

# PRESSE SCIENTIFIQUE

DES

## DEUX MONDES

REVUE UNIVERSELLE

DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE

---

N° 48 — ANNÉE 1862, TOME SECOND

---

Livraison du 16 Septembre

---

PARIS

AUX BUREAUX DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES  
20, Rue Mazarine, 20

À L'IMPRIMERIE DE DUBUISSON ET C<sup>e</sup>  
5, Rue Coq-Héron,

SAINT-PÉTERSBOURG : Dufour; Jacques Issakoff. — LONDRES : H. Baillière, Barthes et Lowell.  
BRUXELLES : A. Deck. — LEIPZIG : Weigel. — NEW-YORK : Baillière.

—  
1862

# SOMMAIRE

DES ARTICLES CONTENUS DANS LA LIVRAISON DU 16 SEPTEMBRE 1862

	PAGES
CHRONIQUE DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE (1 <sup>re</sup> quinzaine de septembre), par M. BARRAL .....	321
SUR DE NOUVEAUX TRAITÉS DE PHYSIQUE, par M. GUILLEMIN .....	336
ÉTUDES PHILOSOPHIQUES SUR L'ENSEMBLE DU COSMOS, D'AL. HUMBOLDT. — II. Hypothèses scientifiques et Classification des Sciences, par M. Alphonse LEBLAIS .....	338
SUR LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DE L'ACIDE CARBONIQUE LIQUIDE, par M. W. DE FONVIELLE .....	350
SUR L'ÉQUIVALENT DYNAMIQUE DE LA CHALEUR, par M. TYNDALL .....	352
COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES HEBDOMADAIRES DU CERCLE DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE, par M. N. LANDUR .....	355
M. SCOTT RUSSELL ET LES VAISSEAUX CUIRASSÉS, par M. E. PIERAGGI.	362
SUR LA LIAISON DU MAGNÉTISME TERRESTRE AVEC LES PHÉNOMÈNES COSMIQUES, par le major général SABINE .....	371
ENCORE LA COMÈTE II <sup>e</sup> DE 1862, par M. A. GUILLEMIN .....	377
BIBLIOGRAPHIE MATHÉMATIQUE, par M. N. LANDUR .....	380

## GRAVURES

	PAGES
Fig. 1. Apparence des parties les plus lumineuses de la tête de la Comète, le 23 août, à une heure du matin .....	377
Fig. 2. Aspect de la tête de la Comète, à neuf heures du soir .....	377
Fig. 3. Apparence des parties les plus lumineuses de la tête de la Comète, le 23 août, à neuf heures du soir .....	378
Fig. 4. Aspect de la Comète, le 24 août, à son passage au périhélie .....	378
Fig. 5. Vue d'ensemble de la Comète .....	379





## CHRONIQUE DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE

(PREMIÈRE QUINZAINE DE SEPTEMBRE)

Mort de MM. Desormes, Carlini, de Gasparin, Riccardo et Steward Trail. — Nouveaux détails sur les voyages aéronautiques de MM. Glaisher et Coxwell. — Exploration de M. Hall au pôle boréal. — Les grimpeurs des Alpes. — Ascension de M. Dollfus. — Explication de la formation de la glace dans le lit des rivières. — Réparation des brèches à la côte de Nudde-Levil. — Collection d'aérolithes de Londres et de Vienne. — Meeting de la Société géographique de Londres. — Inégalité de chaleur développée aux deux pôles de l'axe voltaïque. — Vitesse et propagation des ondes des tremblements de terre. — Découverte de fossiles faite à Veyrière (Jura). — Expériences de M. Savory sur la nutrition. — Nouvelles expériences de M. Frémy sur l'aciération des fontes françaises. — Travaux de M. Galy-Cazalat. — Budget gouvernemental des sciences et des arts en Angleterre. — Les prédictions du temps.

La mort a frappé à grands coups sur les hommes de science pendant cette quinzaine.

C'est d'abord M. Desormes, qui a succombé, le 30 août, à l'âge de quatre-vingt-six ans, à Verberie (Oise); il était né à Dijon, le 3 juin 1777, et il fut admis à l'Ecole polytechnique lors de la fondation de notre grande Ecole; il en sortit, en 1797, pour être attaché au service de l'instruction publique. Nommé répétiteur de chimie à l'Ecole polytechnique, il publia quelques expériences sur les phénomènes physiques et chimiques que présente la pile de Volta. Il devint ensuite le collaborateur de Clément et de Hachette, pour divers travaux de chimie et de physique sur l'outremer, l'alun, la cristallisation, la fabrication de l'acide sulfurique, le galvanisme, etc. En 1804, il créa à Verberie une fabrique de produits chimiques. Il fonda dans l'Oise deux journaux et fut nommé représentant du peuple en 1848. Au moment de sa mort, il était le doyen des correspondants de l'Académie des sciences dans la section de chimie.

C'est ensuite un astronome, don Francesco Carlini, directeur de l'Observatoire royal de Milan, correspondant de notre Académie des sciences depuis le 13 février 1837, dont le bulletin, publié par M. Le Verrier, nous a annoncé le décès le 7 septembre.

Mais la perte la plus grande que la science ait faite est celle de M. Le comte de Gasparin, quoique, depuis 1856, la maladie eût forcé l'illustre vieillard de se retirer dans sa terre des environs d'Orange.

M. de Gasparin était depuis 1840 membre de l'Académie des sciences, dans la section d'économie rurale où il avait succédé à Turpin. Il faisait aussi partie de la Société centrale d'agriculture comme membre de la section de grande culture. C'est surtout comme agriculteur qu'il a rendu des services signalés à la science et au pays; il était le continuateur d'Olivier de Serres, dont il descendait par suite du mariage d'un de ses ancêtres avec la fille de l'illustre agronome. Cependant, il faut dire encore qu'ancien officier de cavalerie, il était devenu suc-

cessivement préfet de la Loire, de l'Isère et du Rhône, pair de France, puis ministre de l'intérieur, et ensuite de l'agriculture et du commerce, enfin grand-officier de la Légion d'honneur. Il a dirigé en 1851 et 1852 l'Institut national agronomique de Versailles. Il était né en 1783, à Orange, où il est mort, le 7 septembre 1862. Son père était le conventionnel qui distingua à Toulon le jeune Bonaparte; en souvenir de ce fait Napoléon légua 100,000 fr. par son testament de Longwood, aux deux frères Gasparin, devenus tous deux des agronomes célèbres.

On doit à M. de Gasparin un grand nombre de mémoires et plusieurs ouvrages qui resteront dans l'histoire de l'agriculture parmi les meilleurs de ceux qui doivent constituer toute bibliothèque agronomique. Quelques-uns ont été couronnés par la Société centrale d'agriculture et par la Société d'agriculture de Lyon.

Les mémoires sur le croisement des races, sur la gourme des chevaux, sur les maladies contagieuses des bêtes à laine, sur l'éducation des mérinos, et un Manuel sur l'art vétérinaire, se rapportent plus particulièrement à la zootechnie.

Des mémoires sur la culture de la garance, sur celle du mûrier, un guide des propriétaires de biens ruraux affermés et un grand traité d'agriculture en six volumes, sont relatifs à la culture en général.

Dans un troisième ordre d'idées, M. de Gasparin a encore profondément creusé un sillon fertile; on lui doit un grand nombre de travaux sur la météorologie, et notamment des mémoires très complets sur la répartition des pluies et de très bonnes expériences sur la radiation solaire.

Nous ne pouvons nous rappeler sans une vive douleur la bienveillance de ce grand agronome, qui fut, pendant de longues années, l'inspirateur de nos travaux, notre conseil dans la direction du *Journal d'agriculture pratique*, notre soutien dans les rudes sentiers de la vie. Il nous avait confié la publication du dernier volume de ses œuvres. Nous avons pu achever cette tâche de son vivant, et lui donner la satisfaction de voir exécuté dans son entier le monument qu'il a voulu élever à l'agriculture française.

Les agriculteurs ont spontanément ouvert une souscription pour élever un monument à la mémoire de l'illustre agronome; on souscrit rue Jacob, 16, dans les bureaux du *Journal d'Agriculture pratique*, et rue Coquillière, 12, dans les bureaux de l'*Echo agricole*.

— Les notices nécrologiques des journaux anglais nous apprennent encore le décès de M. Lewis Riccardo, bien connu par ses écrits sur le *Free trade*, et par la portion de mérite qui lui revient dans l'extension qu'à pris le réseau de télégraphie électrique dans ces dernières années.

On a également à regretter la mort de M. Steward Trail, professeur de médecine légale à Edimburgh, et éditeur de l'*Encyclopædia britannica*. On évalue que cet écrivain, qui relut attentivement la copie de tout l'ouvrage, ne produisit pas moins de quatre cents articles insérés dans cette remarquable collection.

— Nous avons reçu une nouvelle note sur les voyages aéronautiques entrepris aux frais de la Société royale de Londres.

Le 5 septembre dernier, M. Glaisher a fait, à Wolverhampton, et en présence d'une nombreuse assistance, parmi laquelle on remarquait lord Wrotesley, une nouvelle ascension avec le ballon de la société britannique. L'aérostat était guidé encore cette fois par M. Coxwell et contenait plus de 2,000 mètres cubes d'excellent gaz préparé par M. Prout, l'ingénieur de la compagnie de Wolverhampton. L'expédition emporta un appareil photographique pour prendre des vues des nuages et saisir, s'il est possible, leurs différentes phases.

Les deux voyageurs sont descendus à sept milles et demi de Ludlow, ville du Shropshire. Ils avaient rencontré, à 600 mètres au-dessus du niveau de la mer, des nuages d'une grande épaisseur, mais au-dessus desquels l'air était sec et le ciel bleu. La couche était si épaisse que le ballon ne se dégagait de cette atmosphère qu'à une hauteur d'environ 2,000 mètres. Les aéronautes parvinrent jusqu'à une hauteur d'environ sept kilomètres. A ce moment, M. Glaisher s'évanouit, et M. Coxwell dut arrêter l'ascension, quoique la force du ballon ne fut pas épuisée, mais il eut beaucoup de mal à ouvrir la soupape et dut prendre la corde avec les dents pour en venir à bout. La pression barométrique extrême n'a pas été observée, mais un thermomètre enregistreur a constaté que les voyageurs avaient supporté un froid de — 20° Farenheit, ce qui correspond à 29° centigrades au-dessous de zéro. Ainsi, voilà une nouvelle vérification de la découverte que nous avons faite, il y a onze ans, des très basses températures que l'on rencontre dans les vastes régions de l'air, alors que l'atmosphère est troublée par d'épais nuages.

— Nous recevons d'autres détails sur des expéditions de voyageurs engagés dans des entreprises également dangereuses. Malgré les terribles embarras de la guerre civile qui désole en ce moment les États-Unis, le gouvernement de Washington ne cesse pas de s'occuper des explorations vers le pôle nord. M. Hall, parti il y a déjà longtemps à la recherche des derniers compagnons de Franklin, vient de revenir sain et sauf. Non-seulement ce courageux explorateur a retrouvé les malheureux faisant partie de l'équipage des bateaux égarés, mais il a découvert les restes de cinq ou six matelots du capitaine Frolicher, enlevés par les Esquimaux, événement tragique qui s'est passé du temps de la reine Elisabeth, c'est-à-dire il y a trois siècles environ.

Un autre résultat saillant de ce voyage est la reconnaissance d'un immense glacier situé entre le détroit d'Hudson et la baie de Fro-lisher, et de l'autre la trouvaille inattendue d'une montagne de fossiles existant dans les mêmes parages.

Qui peut se flatter de deviner les mystères que le monde polaire renferme dans son sein? Peut-être des mines inépuisables d'or et de diamant sont-elles cachées par le manteau immaculé de glaces et de neiges qui recouvrent toutes ces roches.

En tout cas, il paraît que des amas considérables de guano ont été découverts dans l'île de Terre-Neuve. Cette découverte coïncide très singulièrement avec l'annonce de l'emprunt auquel le gouvernement péruvien a affecté le guano des îles Choncha comme garantie, et avec la mise en vigueur des nouveaux tarifs, qui élèvent les prix de cette denrée, si indispensable pour l'agriculture. C'est une leçon aux gens qui croient qu'on peut monopoliser les choses nécessaires à la vie sociale. La nature, essentiellement ennemie des privilèges, semble se faire un jeu de ruiner les calculs égoïstes.

— Le *Journal national* de Berlin raconte les exploits du *club Alpin de Londres*, qui a été très heureux cette année dans ses explorations. Il s'est principalement occupé de montagnes situées dans le voisinage de Grindelwald, et trois pics, qui n'avaient jamais été foulés par le pied des hommes, ont subi l'empreinte de celui des voyageurs anglais. Le 20 juillet, cinq Anglais exécutaient l'ascension du Jungfrau-joch; trois jours après, deux autres Anglais montaient au sommet du Veischerhorse, et, dix jours plus tard, le Veisherjoch était gravi par quatre Anglais. La France a été représentée dans ces tentatives par M. Dollfus, rédacteur en chef de la *Revue germanique*, qui a suivi de près la première ascension de Veischerhorse et a donné, dans le journal le *Temps*, un très intéressant récit de sa campagne. De son côté, la librairie Michel Lévy vient de publier la traduction d'un volume anglais, intitulé les *Grimpeurs des Alpes*. C'est avec plaisir que nous constatons le succès qu'a obtenu cette publication, car, malheureusement, nos compatriotes ne voient trop souvent dans ces tentatives que des jeux destinés à délasser des hommes blasés, et ne comprennent pas l'intérêt réellement scientifique qu'il y a à examiner la nature sur toutes ses faces.

Sans les courses et ascensions dans les glaciers, nous n'aurions certainement pas eu ni les belles théories d'Agassiz, ni les travaux de Tyndall, ni peut-être les belles expériences de Faraday sur le *Tegel*. Nous ne pouvons nous dispenser d'étudier les hauteurs des Alpes depuis que le mont Blanc fait partie de l'empire français, car on doit s'inquiéter de connaître les territoires qu'on a pris la peine d'annexer.

— La théorie de la formation de la glace dans les rivières est loin d'être



suffisamment éclaircie, malgré les belles recherches d'Arago, qui, si nous ne nous trompons, a le premier attiré l'attention sur ce point délicat de la physique du globe. Le professeur Thompson a fait remarquer, dans un Mémoire lu devant la *Société des sciences et arts de Belfort*, que le phénomène de la congélation des fleuves est susceptible de prendre deux formes distinctes : quand les eaux sont tranquilles, suivant ce savant, la congélation a lieu par le haut; dans ce cas, la solidification est due à la réunion des molécules refroidies qui surnagent en vertu de leur moindre pesanteur spécifique.

Le phénomène est évidemment plus compliqué lorsque la glace se forme dans les parties profondes et ses effets mécaniques sont beaucoup plus énergiques, car elle arrive à la surface soulevant des blocs de pierre qu'elle arrache au fond et déposera plus loin lorsqu'elle viendra à se fondre. M. Hodges, qui a fait une étude particulière de ce phénomène, dont il a eu à triompher pour construire le pont du chemin de fer de Toronto, sur le Saint-Laurent, prétend qu'il peut s'expliquer au moyen du refroidissement produit par les bulles d'air dissoutes dans l'eau. Nous ne sommes pas non plus de l'avis de M. Thompson, qui prétend que la neige arrivant au fond de l'eau peut donner naissance à ces masses solides. Nous préférons nous en tenir aux hypothèses d'Arago, qui remarque que la tranquillité relative dont jouissent les parties profondes, moins agitées que la surface, est propre à hâter la congélation. Il suppose de plus que le contact des aspérités du fond est favorable à la cristallisation dans le lit des fleuves comme dans les vases où s'opèrent nos réactions chimiques.

Il fut un temps, la période glaciaire, où le domaine de ces gigantesques amas d'eau solide était bien plus étendue, de sorte que l'histoire actuelle des sommets des Alpes nous permet de nous faire une idée de l'histoire ancienne de vastes régions où le règne des glaciers a lancé, comme d'impérissables souvenirs, les blocs erratiques charriés par les moraines qui recouvraient les ballons des Vosges aux époques reculées.

— M. Bisson, le célèbre photographe qui a tant fait pour donner une idée exacte des difficultés qu'on éprouve pour exécuter une ascension même sur des pics déjà explorés et relativement connus, n'a pas été si heureux que précédemment dans sa dernière expédition au sommet du mont Blanc. Jusqu'aux Grands-Mulets, aucun accident n'entrava sa route, dit le *Moniteur*. Il prit plusieurs points de vue et se dirigea vers le passage des Echelles, où lui et ses compagnons franchirent des ravins de 100 mètres de profondeur en rampant un à un sur des échelles horizontales.

Un pont de glace et de neige, qui servait de passage pour parvenir jusqu'aux grands plateaux, s'était brisé, laissant devant le voyageur un abîme infranchissable, et interdisant complètement l'approche du dôme

de Goûté. Cependant trois des guides parvinrent à se frayer une route jusqu'au sommet du mont Maudit, et, grâce à leur aide, l'expédition photographique parvint à continuer sa route. A chaque instant, de nouvelles difficultés surgissaient. Il fallut tailler huit cents marches avant d'arriver au corridor qui, dans quelques endroits, avait une inclinaison de 50°. Lorsque M. Bisson parvint au sommet après tout ce travail, il trouva que l'argent de ses plaques avait cristallisé à cause de l'intensité du froid auquel elles avaient été soumises, la température étant descendue à 2°, même à midi. Il descendit sans accident de la hauteur qu'il avait si laborieusement atteinte ; mais, le lendemain, il recommença sa tentative, et, plus heureux cette fois, nous pensons qu'il put opérer sans difficulté.

— Nous lisons avec peine, dans le *Times* du 6 septembre, une lettre de M. Alfred Slighton, se plaignant de ne pas avoir trouvé sur le sommet du mont Rose le thermomètre *a minima* qui y a été déposé et qui devait s'y trouver, par conséquent, si l'on avait respecté le dépôt confié à cette solitude. Il serait à désirer, comme M. Slighton le conseille, que l'on renfermât ces objets dans une boîte de tôle, dont on ne confierait la clef qu'à des personnes capables d'observer scientifiquement les instruments, et incapables de troubler des observations dont elles connaîtraient tout le prix.

— Nous avons le plaisir d'apprendre à nos lecteurs que la brèche pratiquée par la mer à la jetée de Middle-Level sur la côte d'Angleterre a été réparée. Les siphons destinés à vider dans la mer l'eau qui noie les terres inondées sont en pleine opération. Déjà on a mis à sec la portion de la ligne du *Great-Eastern*, qui avait été submergée complètement entre Watheeston et Weasbach, et les ouvriers sont occupés à réparer le dommage causé aux remblais. D'autre part, les maçons sont à l'œuvre pour rendre habitable les maisons à moitié ruinées par les flots. Des champs rendus à la culture ont déjà reçu un premier labour, et toutes les routes sont recouvertes de sable et réparées à mesure qu'elles sont mises à sec. La machine d'épuisement de Marshland-Smeeth, dégagée des eaux, a pu reprendre son service et joindre ses efforts à ceux de tous les moyens dont les commissaires disposent. Si les siphons fonctionnent aussi bien qu'on a le droit de l'espérer, il ne restera bientôt plus de cette grande catastrophe que le souvenir de l'effrayant spectacle que présentait cette mer improvisée, et les dommages à payer. Mais on ne sait encore si les commissaires des digues seront chargés de ce soin. La solution de cette question est remise aux autorités judiciaires.

— M. Otto Buchner vient de publier, dans les *Annales de Poggendorf*, une étude comparative sur les deux plus belles collections publiques d'aérolithes qui existent, celle de Vienne et celle de Londres. Si nous



ne nous trompons point, la collection particulière, formée par les soins de M. Reichenbach, est intermédiaire entre les deux précédentes. Quant à celle du Muséum d'histoire naturelle de Paris, elle ne peut aucunement soutenir la comparaison; soit manque de fonds, qui a été si nuisible à la publication des *Annales du Muséum*, soit autre motif, elle a cessé, croyons-nous, de s'accroître depuis longtemps, et offre un nouvel exemple de stagnation si commun dans les différentes institutions scientifiques de la France.

Certes, s'il est une partie des dépôts publics qui ait un caractère véritablement cosmopolite, c'est bien celle qui renferme ces épaves de l'univers, que les espaces cosmiques laissent tomber à la surface de la terre; par conséquent, la science française peut, à un certain point de vue, considérer les dépôts étrangers comme lui appartenant. Cependant, ce serait se montrer ennemi de la gloire nationale que de ne pas signaler énergiquement l'existence d'une regrettable lacune.

Espérons que la description des deux dépôts publics de Vienne et de Londres contribuera à exciter le zèle des personnes compétentes, et aidera à faire comprendre que, s'il est bon de dépenser des trésors à l'ornement des monuments publics, il est préférable de se préoccuper du contenu que du contenant.

Du reste, l'importance que les travaux de M. Reichenbach, les belles spéculations de M. Thompson sur l'origine de la chaleur solaire, et les conceptions de M. Le Verrier sur l'existence d'anneaux de météores ont donné aux aérolithes est telle qu'on a compris, en Angleterre et en Allemagne, la nécessité de les isoler des autres objets d'origine terrestre, et de ne pas confondre les rochers vulgaires avec les débris de ces mondes lointains. Voilà encore un point sur lequel le peuple qui se pique de marcher à la tête du progrès moderne est bien en arrière, et une réforme qui, malgré son urgence, n'est pas à la veille de s'accomplir. Puissent les astronomes qui font jouer un rôle si important aux aérolithes dans la constitution de l'univers, s'inquiéter du dédain relatif avec lequel sont traités les échantillons de la matière des cieux que leur mauvaise fortune fait tomber aux mains des collectionneurs français!

La collection de Vienne contient 176 échantillons distincts, et celle de Londres 138 seulement. A Londres comme à Vienne, l'avantage numérique appartient aux pierres météoriques qui sont représentées par 94 individus distincts dans la première de ces capitales, et par 113 dans la seconde.

L'avantage du poids appartient incontestablement à Londres, mais ce serait un mauvais moyen pour se faire une idée du mérite relatif des deux collections que de les comparer sous ce point de vue, car Londres possède un seul bloc de 634 kilos, qui pèse plus à lui tout

seul que le double de toute la collection autrichienne, et le gouvernement qui se procurerait le bloc tombé au Sénégal, et dont les Maures se servent, dit-on, pour fabriquer des armes, surpasserait à la fois les deux établissements. Toutefois même, si l'on retire ce bloc exceptionnel, le poids de Londres est encore supérieur, car il est de 361 kil., non compris les échantillons au-dessous de 113 gr. 4 ; tandis que le poids total de Vienne n'est que 279.

Le musée de Londres s'est procuré, depuis l'impression de son catalogue, un autre avantage dont nous croyons que la collection française est privée, une masse australienne dont le poids est de 30 quintaux, suivant Haidinger, et de 40 suivant Maskelyne.

Enfin, il est bon de remarquer que la supériorité de poids de Londres ne tient pas uniquement à la présence de blocs exceptionnels, car le nombre de pierres pesant plus de 113 gr. qui figurent dans l'écrin britannique est de 109, tandis qu'à Vienne il est de 78 seulement. Que nous serions loin de pouvoir couronner d'une manière aussi brillante l'édifice de notre galerie de minéralogie.

Mais Vienne remporte un avantage beaucoup plus sérieux, car 43 localités qui y figurent ne sont point représentées à Londres, tandis que le nombre des localités qui figurent à Londres sans figurer à Vienne ne paraît être que de 26.

Si des échanges entre nationaux avaient lieu entre ces deux institutions rivales, le nombre des localités représentées dans chacun de ces deux cabinets surpasserait donc 200.

Mais on nous excusera de ne point prendre la peine de rechercher le nombre d'aérolithes existant à Vienne et à Londres, sans figurer dans les galeries de minéralogie du Muséum ou dans celles de l'Ecole des mines de Paris.

La valeur des collections serait nulle, si l'authenticité des aérolithes qui y figurent n'était, pour ainsi dire, au-dessus du soupçon. M. Reichenbach, qui s'est élevé avec force contre cette coupable manie de grossir les nombres et les poids, n'a trouvé à demander l'expulsion que d'un seul échantillon de la galerie de Vienne, la pierre de Simonod, dont la noblesse lui a semblé de mauvais aloi et contre laquelle il a publié un réquisitoire dans le 107<sup>e</sup> volume des *Annales de Poggen-dorf*. Londres ne possède pas moins de huit pierres différentes qui mériteraient peut-être d'être reléguées avec les rochers ordinaires ou expulsés des collections pour les punir de s'être introduites en si brillante compagnie.

Ce qui donne une valeur toute spéciale à la collection de Vienne, c'est qu'elle peut être considérée comme un greffe de l'histoire de la nature, car plus de la moitié des échantillons qui la composent sont les *pièces de conviction* pouvant servir à contrôler les analyses chimiques

exécutées par Schreiber, Partsch, Haidinger, Hoernes, et beaucoup d'autres savants.

Toutes les pièces qui figurent dans ce cabinet impérial sont, sans exception, préparées avec le soin le plus minutieux. Pour faire comprendre la construction de chaque échantillon, on peut voir la cassure et la surface naturelle de toutes les pierres. Quant aux masses de fer, elles sont polies et attaquées avec l'acide pour montrer les circonvallations de Widmanstatten. Sans cette précaution, la masse de ces objets peut frapper d'étonnement le vulgaire, mais ils n'ont aucune valeur pour l'homme studieux. C'est avec peine que nous avons vu la négligence avec laquelle sont entretenues, sous ce point de vue, les masses qui figurent dans nos collections. Combien de milliers de spectateurs ont défilé devant la superbe masse de fer météorique de la galerie du Muséum sans que rien fixât leur attention sur les cicatrices à moitié effacées que l'on peut voir à l'angle. Cependant ces lignes si curieuses en elles-mêmes, sont les preuves de l'origine céleste de la pierre qui a le privilège de porter avec elle sa propre généalogie.

— Nous venons de recevoir le discours prononcé au meeting anniversaire de la Société géographique de Londres, dans sa séance du 26 mai dernier, par lord Ashburton. Le savant président a donné un résumé des travaux géographiques de l'année, et ce remarquable exposé ne forme pas moins de cent pages. Nous nous bornerons, pour le moment, à signaler le redressement d'une erreur historique qui a son importance, puisqu'il s'agit de rétablir l'itinéraire des martyrs de la science. Nos lecteurs n'ont pas oublié la perte de Burke et de Wills, qui sont morts de faim dans les solitudes de l'Australie centrale, après avoir traversé le continent de part en part et aperçu les rivages de l'Océan équatorial. M. Gregory, explorateur qui marche sur les traces glorieuses de tant de voyageurs illustres, a retrouvé les traces de Burke et de ses compagnons, mais elles étaient à l'embouchure de l'Albert, et non point du Hunders, comme on l'avait supposé par la description laissée par le dernier survivant de l'expédition de Burke.

— M. Gassiot, bien connu en France par ses belles recherches sur les courants électriques obtenus au moyen d'une batterie composée d'un grand nombre de couples chargés d'eau pure, vient de faire une très intéressante communication à la Société royale de Londres. L'auteur se propose de résoudre un des paradoxes les plus surprenants de l'étude du magnétisme. Comment se fait-il que le maximum de chaleur se développe au pôle positif d'un arc voltaïque obtenu au moyen de la pile, tandis que l'inverse a lieu dans les tubes de Geissler et que le pôle chaleur soit le négatif tandis que le positif est le pôle tension?

Au moyen d'expériences nombreuses, dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ici, M. Gassiot montre que la tension n'est point la

même aux deux pôles, et que, dans tous les cas, le développement de chaleur est le plus grand là où la résistance au passage de l'électricité a atteint la plus grande valeur. C'est évidemment une conclusion conforme à ce que l'on aurait pu deviner *a priori*, en se rappelant que le développement de la chaleur est toujours dû à la résistance offerte par les conducteurs imparfaits au passage de l'électricité; c'est l'équivalent de la force électrique perdue par les frottements; mais d'où provient cette inégalité de facilité pour le passage du courant, c'est ce qu'il est plus difficile à déterminer, et ce que M. Gassiot ne paraît pas avoir cherché à expliquer.

— Des expériences très curieuses ont été faites à Holyhead pour déterminer la vitesse de propagation des ondes de tremblement de terre à travers des terrains de toute nature. L'auteur de ces observations, M. Robert Mallet, a profité de l'explosion des mines pratiquées dans les carrières du gouvernement pour détacher les énormes blocs de rocher nécessaires à la construction du port de refuge.

Les secousses étaient comparables à celles de véritables tremblements de terre, car chaque mine contenait plusieurs milliers de kilogrammes de poudre, auxquels on mettait le feu avec la rapidité de la foudre.

M. Mallet s'est servi du séméioscope, instrument dont la description a été donnée dans les *Transactions de l'Association britannique* pour l'année 1851.

L'observateur mettait le feu à la mine au moyen d'une pile voltaïque placée à côté du chronomètre destiné à marquer le temps, de sorte que les erreurs étaient à peu près impossibles, et les observateurs prétendent pouvoir compter sur une approximation un peu supérieure à un centième de seconde.

Contrairement à ce qu'on aurait pu croire, la vitesse de propagation de ces ondes n'a pas été la même pour toutes les charges de poudre. Elle a été en grandissant à mesure que la masse de poudre a été plus considérable. Ainsi, avec 1,000 kilog., elle était de 450 mètres par seconde, tandis qu'avec 5,500, elle était de près de 600.

Cette vitesse a aussi varié considérablement, suivant la nature des sols soumis à l'ébranlement; dans le sable humide elle n'était guère que de 250 à 300 mètres par seconde, tandis qu'elle était de près de 600 dans le granit compacte.

Nous n'avons pas besoin d'insister longtemps sur l'importance des résultats que l'on peut tirer de l'étude de ces résultats au point de vue de l'étude de la géologie.

— Une découverte d'un grand intérêt vient, dit-on, d'être faite à Veyrière (Jura), par M. Lavour, chef de la station du chemin de fer.



Cet ami des sciences aurait eu l'heureuse idée de descendre, en compagnie de quelques personnes, dans le fond d'une cavité naturelle d'une vingtaine de mètres de profondeur, et à parois verticales comme celles d'un puits foré à main d'hommes. Au fond de cette excavation se trouvait un passage horizontal, à l'extrémité duquel gisaient les ossements de plusieurs animaux appartenant aux espèces éteintes. On dit qu'on a surtout remarqué deux têtes d'élans avec des cornes d'une grandeur prodigieuse.

Un des principaux avantages de cette expédition serait d'appeler l'attention sur les traces analogues qui sont assez nombreuses dans la contrée environnante pour avoir reçu un nom particulier, celui de Baumes, et qui doivent être meublés d'une manière identique.

— M. William Savory a fait sur la nutrition des expériences qui méritent d'être citées à côté de celles que nous avons rapportées dans notre dernière chronique. Il s'agissait de vérifier une fois de plus si la vie pouvait être entretenue avec des aliments non azotés. Des rats soumis à un régime d'arrowroot, de sagou, de tapioca, substances non azotées, sont morts de faim, après avoir éprouvé une perte de substance égale à la moitié de leur poids primitif. La substance perdue avait été employée à la constitution des urines et autres excrétiions, dont l'azote forme une partie essentielle. La contre épreuve a donné les résultats qu'on en pouvait attendre. Des rats nourris exclusivement avec des substances azotées ont très vaillamment supporté cette alimentation sans que leur santé fût le moins du monde altérée, et que leur température propre diminuât.

Nous ne ferons qu'une seule remarque sur les expériences de M. Savory; c'est que les faits qu'elles démontrent étaient déjà antérieurement parfaitement établis. Il ne faudrait pas se mettre à refaire indéfiniment la preuve des mêmes vérités.

— M. Frémy a présenté récemment à l'Académie des sciences un grand nombre d'échantillons prélevés sur des quantités considérables d'acier fondu qu'il a fabriqué, à Saint-Seurin, dans les forges de M. Jackson, au moyen des fontes françaises. C'est au moyen de l'appareil Bessemer que l'opération a été faite. Tous les fers français, convenablement purifiés, peuvent, d'après le savant académicien, qui a fait de cette question une étude approfondie, comme tous nos lecteurs le savent, des aciers excellents, lorsqu'on les soumet à une aciération convenable.

Autant que nous avons pu le comprendre par le Mémoire de M. Frémy, la méthode d'aciération employée est la suivante :

« Un courant d'air traverse la fonte qui est en fusion dans une sorte de cornue en forte tôle, tapissée intérieurement par un lut ré-

fractaire; ce courant d'air chauffe la fonte par suite de la combustion des corps plus oxydables que le fer qui s'y trouvent; la disparition de ces corps se fait successivement et dans un ordre qui dépend de leur oxydation et de leur affinité pour le fer.

» Cet affinage énergétique, qui dure de 20 à 30 minutes, transforme la fonte en une sorte de *fer brûlé* ou *azoté*, qui est excessivement *rou-verain*, et qui fournit immédiatement de l'acier, si on introduit, dans ce fer fondu, une petite quantité de fonte convenablement choisie, et contenant des principes aciérants.

» Pour réussir, il faut savoir bien épurer les fers et employer des actions aciérantes plus énergiques que celles connues jusqu'à présent. »

M. Frémy ajoute les explications suivantes :

« Tout le monde comprendra qu'un sentiment de discrétion m'imposait, dans la rédaction de mon Mémoire, les termes généraux que j'ai employés. Pour assurer le succès des expériences faites à Saint-Seurin, M. Jackson a bien voulu m'initier à des secrets de fabrication que je ne pouvais pas divulguer.

» Cependant, je dois dire aux industriels qui voudront fabriquer de l'acier avec des fontes françaises, que, si leurs essais d'aciération ne sont pas précédés de recherches chimiques complètes sur la composition des fontes qu'ils font entrer dans leurs opérations, ils s'exposent à des désappointements de toute nature et à un insuccès presque certain.

• Chaque espèce de fonte exige une étude spéciale; la qualité de l'acier qu'elle produit dépend des proportions d'azote, de carbone, de soufre, de phosphore et de silicium qu'elle contient : c'est l'analyse chimique qui devient, dans le nouveau mode d'aciération, le guide véritable. »

La communication faite par M. Frémy à l'Académie des sciences a engagé M. Galy-Cazalat à adresser une réclamation de priorité pour le fait de la conversion de la fonte en acier fondu, et à publier en même temps les résultats obtenus par lui dans la fonderie impériale de Ruelle. Le Mémoire de M. Galy-Cazalat n'ayant été inséré dans les comptes-rendus officiels que par un très court extrait, nous empruntons à un article publié dans *le Temps* par M. Grandeau, l'intéressant passage suivant :

« Dès l'année 1831, dit M. Grandeau, M. Galy-Cazalat prit un brevet pour différents moyens de produire, sans frais, le gaz hydrogène destiné au chauffage et à l'éclairage public. L'un des procédés qu'il employait consistait à faire passer des courants de vapeur surchauffée à travers une masse de fonte liquéfiée par la chaleur. La vapeur, en se décomposant, fournit l'oxygène, qui convertit la fonte en acier ou en fer, tandis que l'hydrogène est recueilli dans un gazomètre. M. Galy-



Cazalat nous apprend que, dès cette époque, il avait indiqué l'air comme devant remplacer la vapeur dans la fabrication de l'acier. Mais comme les machines nécessaires pour faire passer à travers un bain de fonte d'énormes volumes d'air comprimé sont au moins dix fois plus coûteuses que le système par la vapeur, et comme, de plus, M. Galy-Cazalat voulait préparer de l'hydrogène pour l'éclairage et le chauffage, il n'appliqua point l'air à la conversion de la fonte en acier.

» Quant à l'hydrogène pur, quoique son prix de revient soit nul, d'après l'auteur, quoique la lumière des becs de platine chauffés par la flamme du gaz soit très éclairante, M. Galy dut renoncer à l'appliquer au chauffage et à l'éclairage, parce que les compagnies du gaz ne voulurent point se charger d'écouler les quantités énormes de fer et d'acier obtenues de la fonte par la vapeur.

» Plus d'un an après la prise de ce brevet, M. Nasmith, l'inventeur du marteau-pilon, obtint une patente en Angleterre pour le puddlage du fer par la vapeur. Plusieurs années après la date de la patente Nasmith, M. Bessemer se fit breveter en France pour la fabrication du fer et de l'acier fondus. Le procédé Bessemer, dit M. Galy, consiste maintenant à faire passer des courants d'air comprimé à travers un bain de fonte, comme j'y fais passer des courants de vapeur surchauffée.

» Grâce à la persévérance de M. Bessemer, grâce surtout à l'intervention de la maison Jackson, l'acier fondu est aujourd'hui produit en grandes masses et à très bas prix. Sa résistance, huit fois plus grande que celle de la fonte, le rend préférable à cette dernière pour la transmission des mouvements, et permet de le substituer à tous les objets de fer dont la façon est coûteuse. Les compagnies de chemins de fer commencent à l'appliquer aux rails, aux bandages des roues, aux essieux de wagons. Bientôt l'acier fondu formera les cuirasses des vaisseaux de guerre, et surtout les canons. Préoccupé de ces dernières considérations, M. le ministre de la marine fit examiner, l'an dernier, le système de M. Galy-Cazalat. Après un rapport favorable des officiers supérieurs de l'artillerie de marine, l'auteur du nouveau procédé fut chargé par le ministre d'aller établir, dans les fonderies impériales de Ruelle, un appareil complet pouvant convertir 5,000 kilog. de fonte en une masse d'acier nécessaire pour couler un canon de trente.

» L'importance de la question, aujourd'hui à l'ordre du jour, de la transformation de la fonte en acier par des procédés économiques, nous engage à reproduire sommairement la description de l'appareil de M. Galy-Cazalat.

» L'appareil construit entre les deux hauts-fourneaux de la fonderie impériale est un cubilot en tôle de fer, garni intérieurement de blocs réfractaires et divisé en deux compartiments par une voûte en briques

Le compartiment supérieur forme la cuve, qui a quatre mètres de hauteur, et dans laquelle la fonte est liquéfiée. Le compartiment inférieur, ayant un mètre de hauteur, est destiné à recevoir le bain métallique qu'on veut décarburer. Sur la tôle du creuset est une boîte en fonte, dont la base supérieure est percée de trois rangées concentriques de trous également espacés. Dans chaque trou est vissé un tuyau de terre cuite, dont la face supérieure porte neuf orifices de un millimètre, aboutissant au même canal central. Les intervalles entre ces tuyaux sont remplis avec de la terre alumineuse, formant une couche réfractaire qui affleure les orifices capillaires.

» Pour se servir du cubilot, on charge la cuve et le foyer de coke métallurgique, dont la combustion est activée par des ventilateurs semblables à ceux des fours à manche en usage dans les fonderies. Quand toute la masse des gueusets de fonte s'est liquéfiée, en descendant sur la sole de la cuve, on extrait tout le charbon qui reste dans le foyer, dont les parois sont élevées au rouge blanc. Cela fait, on ferme hermétiquement la porte, et l'on ouvre le robinet, qui laisse arriver la vapeur d'une chaudière dans la boîte, d'où elle s'échappe par 819 orifices capillaires, quelques instants avant qu'on ait débouché un trou de coulée, par lequel toute la fonte liquide tombe de la cuve dans le foyer.

» Les filets de vapeur qui traversent de bas en haut la fonte se décomposent en partie. L'oxygène provenant de cette décomposition oxyde d'abord le fer, qui est le plus abondant, et brûle progressivement le carbone, le silicium et certains autres éléments de la fonte. L'hydrogène correspondant, agissant à une très haute température, épure l'alliage en lui enlevant toute trace de soufre, d'arsenic et même de phosphore.

» Comme la fonte de Ruelle, seconde fusion, contient 3.5 p. 100 de carbone, il faut, pour en convertir 1,000 kil. en acier, les 88 kil. d'oxygène contenus dans 100 kil. de vapeur d'air. Si toute cette vapeur se décomposait, la calorimétrie nous apprend que la combustion élèverait le bain au delà de 1,400 degrés. Or, l'expérience démontre qu'à cette température l'oxyde de fer céderait les 88 kil. d'oxygène aux 30 kil. de carbone, pour convertir la fonte en acier fondu.

» Comme la vapeur traverse le bain avec une immense vitesse, elle n'a pas le temps de s'y décomposer; toute celle qui s'échappe avec son oxygène refroidit graduellement la fonte, qu'elle finit par solidifier.

» On peut obvier à cet inconvénient par les moyens suivants: 1° en affaiblissant la pression constante de la vapeur, de manière à diminuer à volonté sa vitesse depuis 500 mètres jusqu'à 10 mètres par seconde; 2° en rétrécissant les orifices d'écoulement jusqu'à 1 milli-

mètre et au-dessous; 3° en augmentant, depuis 0<sup>m</sup>.50 jusqu'à 1 mètre, la hauteur du bain métallique; 4° en injectant de l'air dans le foyer, entre la voûte et le bain, pour y brûler l'hydrogène.

» M. Galy-Cazalat a fait de nombreuses expériences, desquelles il résulte : 1° que l'oxygène abandonne le fer pour brûler l'excès de carbone de l'acier quand la température de l'alliage est élevée à 1,400° environ; 2° que, pour obtenir directement de l'acier fondu dans le cubilot décrit plus haut, il faut brasser 100 kil. de fonte à 1,200°, en y faisant passer 15 kil. de vapeur sous la pression de 2.25 atmosphères, et à la température de 276°.

» M. Galy-Cazalat avait cru obtenir cette température en surchauffant la vapeur dans une cheminée à double enveloppe, par laquelle la flamme de la chaudière s'écoule. Malheureusement, malgré les précautions prises contre le refroidissement, la vapeur, surchauffée, perd son excès de chaleur en parcourant un tuyau long de 10 mètres avant d'arriver au cubilot qu'on a dû établir au bord de la fosse, dans laquelle sont logés verticalement les moules des canons.

» Dans ce moment, pour maintenir la surchauffe et l'augmenter au delà des besoins, M. Galy-Cazalat fait construire un faisceau de tuyaux creux logés dans la cheminée par laquelle s'écoule la flamme du cubilot. Ces tuyaux, ayant 3 centimètres de diamètre intérieur et 3 mètres de longueur, formeront un canal continu de 36 mètres, dans lequel la vapeur engendrée dans la chaudière ira se dilater à 400° environ, avant d'être lancée en filets capillaires à travers le bain de fonte, qui sera converti en acier, le mieux épuré par l'hydrogène et le moins coûteux, du moins M. Galy l'espère.»

Nous devons, avant de terminer sur ce sujet, ne pas oublier de rappeler les travaux de MM. de Rostaing et Baudouin sur la pulvérisation et l'oxydation de la fonte; ces travaux conduisent à produire de l'excellent acier; nous pensons qu'ils ne doivent pas être négligés plus longtemps par les savants.

—On ne se fait pas, en France, une juste idée du mouvement scientifique de l'Angleterre, où tout marche, pour ainsi dire, sans le budget, au moyen de fonds des particuliers. Le budget scientifique ne se monte, en effet, qu'à 2,500,000 fr.

Le département des sciences et arts d'Angleterre, vient de publier un rapport détaillé sur l'emploi de ces fonds. Les écoles du Royaume-Uni et le département des sciences et arts de South Kensington, absorbent plus des deux tiers de la somme, soit 1,750,000 fr.; l'Ecole des mines et le Musée zoologique de Jermyn-street, 150,000; la carte géologique d'Angleterre, 250,000 fr.; le Musée industriel d'Ecosse, 50,000 fr.; le Musée de l'industrie irlandaise, 100,000 fr.; la Société royale de Dublin, 150,000 fr.

La partie la plus intéressante du rapport est celle qui embrasse le résultat des examens pour les professeurs, car, s'il faut en croire ce document officiel, les résultats constatés par les examinateurs ont été très satisfaisants, et prouvent que l'Etat n'a pas besoin d'ouvrir des écoles normales pour être assuré de se procurer des professeurs capables. Le nombre des candidats qui se sont présentés cette année a été de 97, tandis que l'année dernière il n'avait été que de 43, indice remarquable de la faveur croissante dont jouissent en Angleterre les professions libérales, dont la plus utile est sans contredit celle qui consiste à propager l'instruction.

— Nous terminerons par un mot sur les prédicteurs du temps. Les prétentions de quelques personnes de pouvoir faire des prédictions, soit générales, soit particulières, ont été combattues par des arguments très vifs dans le sein de l'Académie par M. le président Duhamel et par M. Le Verrier.

Nous croyons devoir rappeler qu'Arago a publié, en 1846, une notice remarquable où il a démontré que, *dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de prédire le temps qu'il fera à une époque et dans un lieu donné* (voir le 5<sup>e</sup> volume des *Notions scientifiques*, t. VIII des *Œuvres*).

Or, l'état de nos connaissances en météorologie n'ayant pas été modifié depuis vingt ans d'une manière très sensible, la démonstration d'Arago reste entière aujourd'hui.

Nous attendons des découvertes pour croire aux prédictions qui, alors, ne seront pas l'œuvre d'un individu, mais celle de la science <sup>1</sup>.

J.-A. BARRAL.

## SUR DE NOUVEAUX TRAITÉS DE PHYSIQUE

*Traité de physique élémentaire, suivi de problèmes*, par Ch. Drion et Em. Fernet.  
— *Cours élémentaire de physique, précédé de notions de mécanique et suivi de problèmes*, par A. Boutan et J.-Ch. d'Almeida.

Depuis que les programmes d'examen des divers grades universitaires et ceux des écoles du gouvernement donnent, avec les plus minutieux détails, les énoncés des questions scientifiques sur lesquelles les candidats doivent être interrogés, les traités qui ont pour but de fournir les réponses à ces questions se distinguent de moins en moins les

<sup>1</sup> Erreurs typographiques à corriger dans le dernier numéro :

Page 275, ligne 6, M. Rayer, lisez : M. Roger.

Même page, ligne 9, M. , lisez : M. Verneuil.

Page 284, ligne 1, à l'état de raison, lisez : à l'état d'êtres de raison.

Page 287, ligne 16, anthologiques, lisez : ontologiques.

Même page, ligne 20, l'invention, lisez : l'invocation.



uns des autres. Les auteurs, qui écrivent naturellement pour être lus, et lus par les intéressés, se trouvent dans l'obligation d'effacer leur originalité personnelle devant l'inflexible uniformité des programmes. Qu'il s'agisse d'ouvrages de mathématiques, géométrie et algèbre, de physique ou de mécanique, de chimie ou d'histoire, le même fait se retrouve avec une constance qui dispense, pour ainsi dire, de la lecture de l'un d'eux quand on en a lu seulement un autre.

Cela soit dit sans porter atteinte au mérite personnel des auteurs, pas plus qu'au soin consciencieux avec lequel ils ont pu rédiger leurs ouvrages.

Il en résulte qu'il y a peu de chose à dire de l'ensemble, du plan d'un traité de physique.

Voici deux traités de ce genre, nouvellement édités, que nous avons parcourus avec soin, à ce dernier point de vue. Eh bien, il nous paraît impossible de signaler aucune différence notable dans la façon dont les auteurs, professeurs et physiciens distingués, ont conçu le plan de leurs livres.

Dans l'un, comme dans l'autre, on commence par des notions préliminaires de mécanique, inévitable entrée en matière, nous le reconnaissons, d'un traité de physique. Puis, c'est l'étude de la pesanteur dans les solides et dans les fluides ; viennent ensuite la chaleur, l'électricité et le magnétisme, l'acoustique et l'optique ; et, dans chacun de ces livres, les divisions et subdivisions se suivent avec uniformité, et forment des chapitres presque identiques.

Est-ce à dire que la science soit désormais complète, que les phénomènes soient classés avec une rigueur mathématique dans des séries qu'on ne puisse intervertir ? La physique en est-elle arrivée au point où l'un de nos savants collaborateurs, M. Landur, la voit avec raison tendre instamment ; est-elle dès maintenant réduite à la mécanique ? Si cela est vrai pour quelques-unes de ses parties, à coup sûr, cela ne l'est point encore pour les autres.

Quoi qu'il en soit, les deux ouvrages que nous annonçons à nos lecteurs méritent une appréciation plus que bienveillante. On ne saurait trop louer la netteté et la clarté de leur rédaction, le choix judicieux de leurs expériences, la rigueur de leurs déductions. Ils sont sobres tous deux de formules mathématiques ; nous ne leur en ferons point un reproche. Il s'agit plutôt ici de physique expérimentale que d'analyse. Enfin, de fort nombreuses figures, gravées avec un soin qui les fait approcher de la perfection, et intercalées dans le texte, viennent au secours de l'intelligence des expériences ou des démonstrations. Du côté des détails enfin, quel reproche formulerons-nous ? Celui-ci, que bien des personnes prendront pour un éloge : c'est d'être trop riches, trop abondants. Il est difficile, à qui étudie la physique pour la pre-

mière fois de retenir tant de faits, tant d'expériences, tant de lois ; les plus saillants se confondent ainsi avec ceux d'une importance moindre, et c'est là ce qui constitue le côté défectueux d'une richesse dont ne se plaindront pas ceux qui savent, et qui ne sont pas fâchés d'avoir auprès d'eux un bon livre, prêt à leur rafraîchir au besoin la mémoire.

AMÉDÉE GUILLEMIN.

## ÉTUDES PHILOSOPHIQUES

SUR L'ENSEMBLE DU *Cosmos*, D'A. HUMBOLDT<sup>1</sup>

*Hypothèses scientifiques et classification des sciences.* — Nous arrivons à la troisième et dernière espèce d'hypothèses, aux hypothèses positives. Dans les hypothèses théologiques, nous avons pu reconnaître une prépondérance constante de l'imagination sur la raison, une ambition désordonnée de l'homme qui ne sait encore ni démêler sa destinée ni mesurer ses forces ; les hypothèses de la seconde espèce nous ont présenté à peu près le même caractère, et un esprit distingué (H. Beyle) a fort bien défini la métaphysique : *une poésie obscure*. Certainement, les révélateurs et les alchimistes de la pensée ne sont embarrassés par rien, et c'est une bien grande ressource que l'imagination poétique : avec elle, la science est bientôt faite :

Au lieu d'examiner, on devine, on dogmatise, on interprète même ce qui n'a jamais été observé ; cet empirisme maintient invariablement ses axiomes ; il est arrogant comme tout ce qui est borné.

(*Cosmos*, t. 1<sup>er</sup>, p. 18.)

Mais avec des miracles et des symboles, l'homme n'explique rien, il ne fait que tourner dans un cercle vicieux et reste ignorant de toutes choses et de lui-même ; des mystères n'expliquent pas des mystères.

Nous allons voir enfin un tout autre esprit présider aux travaux des investigateurs de la nature. Pendant le cours des brillantes, mais éphémères constructions théologico-métaphysiques, une nouvelle manière de philosopher se développait lentement et silencieusement, engendrée par le concours des travaux des Hippocrate, des Archimède, des Galilée, des Lavoisier, qui, sans affecter le titre ni les allures de philosophes, poussaient cependant l'humanité à un nouvel état mental, avec cette puissance irrésistible propre aux forces continues et graduelles, puissance bien supérieure, comme on sait, à tout ce que peuvent produire des forces instantanées de simples secousses, quelque énergiques qu'on veuille les supposer. Le Discours sur la Méthode, le

<sup>1</sup> Voir la *Presse scientifique des deux mondes*, n° du 1<sup>er</sup> septembre 1862, p. 276.



*Novum Organum* et le système de philosophie d'Aug. Comte, n'ont fait que résumer une immense élaboration séculaire et proclamer définitivement le règne de cette *philosophie positive* que l'on voit, semblable à la puissance romaine, travailler longuement à consolider ses premières conquêtes, mesurant bien son terrain, pour marcher ensuite d'un pas sûr à la domination universelle; elle ne se mêle à rien de ce qui fait du bruit, Platon éclipse Archimède et Hipparque, la voix de Newton est presque étouffée au milieu des discussions retentissantes à l'ordre du jour, aucune secte ne la représente dans tout ce fracas <sup>1</sup>, et cependant elle parvient à saper peu à peu les bases de l'ancienne philosophie, sans même livrer de batailles; elle conduit visiblement la raison humaine à une entière émancipation, et, sans force coercitive comme sans prestige trompeur, elle détermine les convictions les plus stables et les plus unanimes qu'ait jamais possédées l'humanité.

Et avec quels moyens? Par la seule puissance de la *démonstration*. Et quel est son grand secret? Peser, calculer, mesurer, évaluer. Une balance et un compas, voilà les instruments symboliques de la foi nouvelle. L'esprit scientifique ou positif ne recherche point de prétendues vérités absolues et immuables; pour lui, la réalité est une limite idéale, dont on peut s'approcher sans cesse, mais que l'on ne peut jamais atteindre; il borne son étude à la recherche des lois de coexistence, de succession et de similitude des phénomènes, à la mise en lumière des concomitances d'effets, à un examen sévère et microscopique des circonstances des faits, et il proscriit tout d'abord, comme inaccessible et irrationnelle la recherche des causes premières et finales; en un mot, suivant l'excellente expression de Sophie Germain, il substitue la recherche du Comment à celle du Pourquoi.

C'est assez dire de quelle nature vont être les hypothèses positives.

Leur caractère fondamental est de ne porter que sur les *lois* des phénomènes, et elles ont pour critérium indispensable la possibilité d'une vérification expérimentale et rationnelle d'ailleurs, actuelle ou future, soit en elles-mêmes, soit dans leurs conséquences; elles ne doivent jamais être que de simples anticipations sur ce que l'expérience et le raisonnement auraient pu dévoiler si les circonstances du problème eussent été plus favorables. Sous ces conditions (et quoiqu'il faille toujours viser finalement à constater la véracité d'une hypothèse), l'hypothèse pourrait n'être jamais démontrée vraie et remplir néanmoins

<sup>1</sup> Comme le remarque très bien Voltaire (préface du livre de madame Duchâtelet), on n'a jamais dit les *archimédiens* ou les *hipparquiens*, aux époques où on était inondé de *platoniciens*, d'*aristotéliciens*, etc., et s'il y a eu des *newtoniens*, c'est qu'on croyait trouver matière à subtilités et à disputes dans le système de Newton. Les doctrines vagues et absolues peuvent seules donner naissance à des sectes proprement dites.

sa fonction logique et scientifique; mais toute hypothèse renfermant des circonstances qui doivent nécessairement échapper toujours à un contrôle positif, est regardée par cela même comme antiscientifique; c'est ainsi que tout savant vraiment digne de ce nom repoussera ces éthers imaginaires dont nous avons parlé ci-dessus; car ceux qui se servent encore de pareils fluides les font expressément invisibles, intangibles et impondérables, et dès lors, leur existence est à jamais impossible à constater. Il en est de même, à plus forte raison, de cette âme distincte et indépendante du corps avec laquelle on croit expliquer les phénomènes biologiques, tandis que personne n'a jamais pensé à donner une âme à un ressort <sup>1</sup>.

J'ai hâte de quitter les généralités pour arriver aux exemples, et donner des modèles d'hypothèses positives.

Les phénomènes les plus généraux de l'univers ont d'abord été représentés à l'aide de l'hypothèse d'une sphère solide et transparente ayant la Terre pour centre, et à la surface de laquelle les étoiles adhèrent comme des clous; cette conception est celle des savants qui ont immortalisé la grande école d'Alexandrie (avant que les métaphysiciens ne soient venus la gâter); on en a une représentation mécanique dans ces appareils en bois que l'on construit encore de nos jours, car cette fiction d'un système solide tournant d'un mouvement uniforme autour de la Terre immobile, est encore utile quand l'on n'a pas besoin de déterminations qui aient une grande précision.

Mais les mouvements propres des planètes, leurs stations et leurs rétrogradations, l'arrivée inopinée des comètes (qui exposait, comme dit Fontenelle, l'univers à être cassé), la précession des équinoxes, et quantité d'autres phénomènes nouveaux, ne tardent pas à se dresser devant cette conception des mouvements circulaires et uniformes et à lui demander des explications; c'est alors qu'apparaît clairement la faiblesse de cette première construction scientifique du génie humain; toutefois, tant est grande en tout l'influence des habitudes prises, au lieu d'abandonner de suite l'hypothèse, on va préférer lui sur-ajouter d'autres hypothèses secondaires, faites dans le même esprit que la première, et l'on voit apparaître les excentriques, les épicycles et les mouvements de nutation et de trépidation de la sphère céleste. Un pareil système, d'abord si recommandable par sa simplicité, conduit à une telle complication que, à la fin du quinzième siècle, on emploie plus de soixante-dix cercles pour représenter géométriquement les mouvements propres des sept seuls corps célestes que l'on connaissait alors et qui sont les plus voisins de la Terre; ce mécanisme était si obscur et conduisait à des calculs tellement prolifs, qu'il avait inspiré au roi de

<sup>1</sup> Quand on a brisé une montre, où est allé le mouvement? (Stendhal).

Castille, Alphonse X, son mot célèbre : « *Si Dieu m'eût consulté au moment de la création, je lui aurais donné de bons avis.* »

L'hypothèse de Tycho-Brahé survient pour remédier à tant de complications ; elle consiste à faire tourner le soleil escorté de toutes les planètes, autour de la terre toujours immobile ; l'histoire nous fait connaître aussi une autre hypothèse secondaire, celle de Longomontanus, en vertu de laquelle la Terre, également immobile dans l'espace, a seulement un mouvement de rotation sur elle-même ; mais ces modifications deviennent bientôt radicalement insuffisantes ; Galilée proclame le double mouvement de rotation et de translation de la Terre, et toutes les exigences des observations sont enfin satisfaites.

Prenons, dans un autre ordre de recherches, les travaux entrepris pour tenir compte de la résistance de l'air dans le mouvement des projectiles ; il est certain que cette résistance augmente quand la vitesse augmente ; mais suivant quelle fonction de la vitesse cela a-t-il lieu ? Est-ce suivant la première puissance, le carré, le cube, etc., de la vitesse ? Voilà une question essentiellement insoluble *a priori* ou par des considérations mathématiques, toute simple qu'elle paraisse, et nous voulons faire remarquer avec quelle sagesse les physiciens se sont conformés, dans ce cas, à la saine théorie des hypothèses ; ils se sont, en effet, bornés à faire de simples suppositions sur la loi mathématique de la résistance du milieu comparée à la vitesse du projectile ; ils ont successivement essayé diverses formules, qu'ils ont soumises à l'épreuve expérimentale, et si l'on n'est pas encore arrivé à une formule rigoureusement exacte, on possède déjà, du moins, une solution assez satisfaisante pour la pratique.

On sait que le phénomène de la combustion a d'abord été expliqué à l'aide d'une entité matérialisée, quoique insaisissable, qu'on nommait phlogistique ; les effets de chaleur et de lumière dont toute combustion est accompagnée, étaient censés produits par le dégagement de ce fluide imaginaire ; survient la théorie pneumatique du grand Lavoisier, qui attribue ce développement de chaleur et de lumière à la condensation des éléments qui entrent en combinaison ; un examen précis ne tarde pas à battre en brèche cette hypothèse, en vertu de laquelle il devrait se produire plutôt du froid que de la chaleur dans nos foyers ; survient la théorie électrique de l'illustre Berzélius, qui attribue le feu produit dans la plupart des fortes réactions chimiques à une décharge électrique opérée au moment de la combinaison ; cette théorie ne résiste pas non plus à une analyse approfondie ; la question est encore pendante, et l'on en sera probablement réduit à regarder l'action chimique comme une source primordiale et irréductible de chaleur. Voilà une mémorable série d'efforts qui paraissent n'aboutir à rien, et cependant, en constituant sans cesse un but fixe pour l'intelligence,

ils sont devenus la source d'une foule de précieux résultats trouvés chemin faisant, et qui sont consignés dans nos livres actuels de chimie ou de physique. (On peut dire semblablement que les brillantes chimères de l'alchimie et de l'astrologie ont puissamment contribué à soutenir l'activité de l'intelligence humaine en un temps où elle n'était pas susceptible d'aliments plus substantiels. En étudiant de prétendues influences sidérales, en cherchant la pierre philosophale, la panacée universelle, etc., on ne trouvait pas ce qu'on cherchait, mais on trouvait autre chose (à l'instar de Christophe Colomb), et c'est ainsi que les astrologues et les alchimistes ont préparé le règne des vrais savants.

Nous prendrons maintenant, dans l'ordre des phénomènes physiologiques, les hypothèses faites par l'éminent docteur Gall, l'auteur de la grande et impérissable tentative faite au commencement du siècle pour ramener à la méthode scientifique les phénomènes intellectuels et moraux. Ces fameuses bosses, si amèrement ridiculisées, même par des esprits judicieux (les mêmes qui font tant d'hypothèses sur les fonctions du foie et de la rate) sont-elles autre chose qu'une application très légitime et essentiellement indispensable du droit général qu'ont les naturalistes d'instituer des hypothèses susceptibles d'une vérification ultérieure; le génie de Gall est-il comptable de ce que les charlatans ont abusé plus tard de la localisation hasardée qu'il a proposée, et qui, toute imparfaite qu'elle soit, n'a pas encore été remplacée? Cela empêche-t-il que nous ne pensions tous maintenant, adversaires comme partisans, sous cette puissante impulsion qui a fait faire un immense progrès à la philosophie des Cabanis, des Bichat, et a clairement mis à découvert les vices et les lacunes des doctrines de la grande école idéologique? Au reste, le lecteur clairvoyant sait très bien que le concert de sophismes et d'injures qu'a soulevé la phrénologie est sorti principalement de la vaste cohue de ces ardents défenseurs de chimères utiles aux uns et agréables aux autres, et que la désuétude presque générale de ces pauvres études vient surtout de ce qu'elles ne font avoir ni croix, ni pensions, ni places.

Enfin, pour clore cette série d'exemples dans l'ordre des phénomènes sociaux l'hypothèse se présente à nous à chaque pas, et elle prend souvent le nom particulier d'*utopie*. Chacun connaît l'ébranlement énergique imprimé aux spéculations sociales par les utopies de Thomas Morus, de Campanella, de Fénelon, de l'abbé de Saint-Pierre et de nos socialistes actuels; on connaît aussi les belles hypothèses historiques de Machiavel, de Hobbes, de Montesquieu, de Vico, de Condorcet, de Herder et d'Aug. Comte. Les économistes font également usage d'hypothèses sans s'en douter, et les fictions constitutionnelles nous les révèlent chez les publicistes et les hommes d'Etat. Nous n'insisterons pas sur ce sujet trop scabreux aujourd'hui; heu-



reusement que nous pouvons nous en remettre à l'instruction du lecteur.

Jusqu'ici, nous avons fait voir en partie à quels détours se trouve condamnée l'intelligence dans ses études réelles, en résultat de son infirmité radicale et des fatalités de la condition humaine; la suite de notre travail exige que nous complétions ce tableau par l'indication d'une autre nécessité fâcheuse, qui s'impose également à la philosophie, et qui constitue l'un de ses plus graves embarras.

Le grand problème du monde et de l'homme est un et indivisible par sa nature, et toutes les questions spéculatives ou pratiques qu'on peut se proposer dépendent les unes des autres et sont liées par des liens indissolubles, car il y a conflit perpétuel, solidarité constante entre l'homme et le monde extérieur.

La compréhension de la science moderne et le lien qui unit chaque partie rendent bien difficile de distinguer et de limiter les faits particuliers. Tout récemment encore, nous avons vu l'électro-magnétisme agir sur la direction des rayons polarisés et produire des modifications analogues à celles des mélanges chimiques.

(Cosmos, t. II, p. 432.)

L'univers, a dit d'Alembert, pour qui saurait l'embrasser d'un seul point de vue, ne serait (s'il est permis de le dire) qu'un fait unique, une grande vérité (EXCYCL., *Disc. prélim.*). Mais on a été forcé de scinder ce grand problème, dans l'impossibilité de le traiter dans son ensemble; on l'a décomposé par fragments, quitte à raccorder ensuite tant bien que mal ces fragments.

La première manifestation de cette division parcellaire consiste dans la séparation bien tranchée qui existe entre les spéculations théoriques et les spéculations pratiques, laquelle est familière à tous les esprits. Chacun connaît la distinction qui existe très nettement de nos jours entre le savant et l'ingénieur, le géomètre et le mécanicien, l'astronome et le navigateur, le chimiste et le manufacturier, le physiologiste et le médecin, le publiciste et l'homme d'Etat. Ainsi déjà le travail intellectuel se décompose en deux ordres de travaux: l'un purement théorique, a pour but la découverte des lois qui régissent les phénomènes; l'autre, exclusivement pratique, a pour but d'appliquer les lois découvertes à modifier la nature à notre avantage.

Si maintenant nous considérons les seules spéculations théoriques, nous voyons leur domaine se décomposer en deux subdivisions principales entrevues primitivement par Bacon, et auxquelles nous donnerons, d'après Auguste Comte, les noms de *science abstraite* et de *science concrète*. Les spéculations abstraites ont pour but l'établissement des lois générales qui régissent les diverses classes de phénomènes, en

embrassant tous les cas qu'on peut concevoir ; les spéculations concrètes ont un caractère particulier et descriptif, et on les désigne quelquefois sous le nom de sciences naturelles.

On se rendra compte de cette seconde subdivision en pensant au contraste très net qui s'établit bientôt, par exemple, entre le physiologiste et le zoologiste, entre le chimiste et le minéralogiste, le physicien et le météorologiste ; le physiologiste étudie les lois générales de la vie, et le zoologiste détermine le mode d'existence de chaque corps vivant en particulier ; le chimiste s'occupe de toutes les combinaisons possibles des molécules, tandis que le minéralogiste considère seulement celles de ces combinaisons qui se trouvent réalisées dans la constitution effective du globe ; enfin, le météorologiste applique les lois générales de la physique à la détermination des lois spéciales des variations propres à l'atmosphère terrestre. Comme on le voit, les sciences concrètes ne peuvent se constituer qu'à l'aide de matériaux élaborés par la science abstraite. Cela est surtout sensible pour la géologie, qui a besoin de notions astronomiques, physiques, chimiques et même biologiques.

Arrêtons-nous enfin au domaine des spéculations abstraites ; ce domaine s'est trouvé malheureusement encore trop vaste pour pouvoir être cultivé par une seule classe d'intelligences ; et nous le voyons se répartir entre les mathématiciens, les astronomes, les physiciens, etc.

Pour faire comprendre par un exemple simple cette dernière spécialisation des travaux scientifiques, considérons le phénomène de l'explosion d'un canon, et mettons en présence de ce phénomène nos diverses classes de savants abstraits : le géomètre pur ne s'intéressera qu'à déterminer la forme et les propriétés de la courbe décrite par le boulet, le point le plus haut de cette courbe, l'amplitude du jet, etc. ; le géomètre versé dans la mécanique rationnelle étudiera la force dont le boulet est animé, la vitesse qu'il possède en différents points de sa trajectoire, l'intensité du choc, le recul de la pièce ; le physicien analysera la dilatation des gaz, produits par l'inflammation de la poudre et la résistance que le milieu oppose au boulet ; le chimiste ne fera attention qu'aux matières gazeuses qui sont produites pendant l'explosion et à la proportion suivant laquelle il faut mêler le charbon, le salpêtre et le soufre qui constituent la poudre à canon ; enfin, s'il y a là un biologiste, il ne prendra aucun intérêt au phénomène et il pensera seulement à faire un mémoire sur la nature des plaies et des fractures produites par l'appareil meurtrier.

Newton a très bien indiqué le caractère de la science abstraite et sa distinction d'avec la science concrète, dans le titre de son principal ouvrage : *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. De même Berthollet aurait pu intituler son traité de statique chimique : *Philosophiæ*



*notualis principia chimica* ; et l'on conçoit un titre analogue à l'ouvrage fondamental du grand Bichat, par exemple celui d'*Anatomie abstraite ou élémentaire*.

Tels sont donc les jalons principaux que la complication de l'univers nous a forcés de poser dans nos études. De là sont résultés dans le travail spéculatif tous les inconvénients que chacun sait être inhérents à la division du travail en industrie, avec cette circonstance aggravante que les forces intellectuelles ne sont point susceptibles d'une composition analogue à celle que l'on peut opérer entre les forces matérielles isolées. Ne voit-on pas trop souvent, au sein même de nos académies, combien les diverses classes de savants, et même les savants d'une même classe, sont éloignés de se comprendre et de s'estimer comme il le faudrait ; chacun se fait un monde de son étroite spécialité et ne voit rien au delà ; de plus les carrières intellectuelles fourmillent de ces gens adroits et spirituels qui emploient presque tout leur temps à se pousser dans le monde et qui exagèrent encore ce fatal morcellement, afin d'obtenir des succès faciles. A aucune époque de l'histoire de l'esprit humain, on n'a pu éprouver autant qu'aujourd'hui le besoin d'une influence directrice, d'une sage réaction de l'ensemble sur les parties, pour remédier à ces fatales nécessités, à cette anarchie croissante ; tel doit être, selon nous, le principal but de la philosophie ; mais il ne faut pas s'attendre à ce qu'elle réussisse jamais complètement dans cette grande tâche.

Ce gouvernement intellectuel doit reposer sur une coordination organique de tous les phénomènes de la nature depuis ceux de la pesanteur jusqu'à ceux de la vie, autrement dit sur une série encyclopédique présentant le caractère d'un véritable instrument logique n'ayant rien d'artificiel et à l'inspection de laquelle chaque savant spécial puisse reconnaître immédiatement les rapports qui lient sa propre spécialité avec toutes les autres ; car personne n'ignore que les plus belles découvertes ne sont le plus souvent amenées que par la perception d'une relation jusqu'alors inaperçue entre des phénomènes très différents les uns des autres. Nous croyons donc devoir terminer les généralités actuelles précédentes par un examen rapide du grand problème de la classification des sciences.

On peut travailler à sa solution de deux points de vue distincts : 1<sup>o</sup> du point de vue subjectif ; 2<sup>o</sup> du point de vue objectif.

La solution subjective consisterait à classer les connaissances humaines d'après les facultés intellectuelles qui les ont engendrées ; telle a été la méthode de Bacon, de d'Alembert et de leurs disciples ; il n'est pas douteux, en principe, que l'on devrait arriver ainsi à une coordination des sciences fondée sur leurs véritables affinités et dépendances, de manière à satisfaire aux besoins les plus intimes du monde

scientifique; mais, pour cela, il faudrait avoir une théorie certaine de ce qu'on nomme les facultés de l'âme; or, que sont ces facultés classiques, mémoire, imagination, raison, etc., sinon des abstractions qui n'ont guère qu'une valeur nominale, et ne peuvent fournir que des classifications purement artificielles? C'est à peu près comme si l'on prétendait établir une classification de tous les corps de la nature, en prenant pour seules caractéristiques les quatre éléments antiques, terre, eau, air et feu, au lieu de descendre dans les détails multiples et complexes du problème. On doit donc renoncer complètement à la méthode subjective jusqu'à l'établissement d'une théorie cérébrale satisfaisante, laquelle ne pourra surgir que sous l'impulsion des travaux de Gall.

Comme transition à la méthode objective, le dix-huitième siècle nous fournit une méthode fondée sur une théorie des perceptions sensoriales; cette méthode à la fois subjective et objective peut déjà conduire à quelques résultats satisfaisants, et elle est beaucoup plus réelle que celle de Bacon; aussi est-elle bien moins goûtée des métaphysiciens actuels, lesquels ont un attachement particulier pour le vague. Néanmoins, l'absence actuelle d'une théorie positive et hiérarchique des sens ne nous permet point de nous arrêter à cette méthode mixte, qui, d'ailleurs, exigerait aussi la connaissance de véritables organes cérébraux.

Nous arrivons aux classifications objectives; elles se sont accomplies sous l'impulsion des idées de Descartes; moins ambitieuses que les précédentes, elles partent de la considération même des objets à classer, et elles se bornent à sanctionner et à régulariser la division spontanée qui s'est opérée historiquement dans le travail scientifique; leur but est simplement d'avoir égard à la dépendance effective des diverses catégories de lois, et non plus aux fonctions intellectuelles qui entrent en jeu dans nos études.

Déjà, avant Descartes, des savants du moyen âge avaient employé cette méthode. De nos jours, M. Isid. Geoffroy en a fait des applications intéressantes dans sa *Classification parallélique*, ainsi qu'Ampère, dans son *Essai sur la philosophie des sciences*, au sujet duquel Humboldt dit très bien :

Le choix d'une nomenclature grecque peu appropriée a peut-être été plus nuisible à cette tentative que l'abus des divisions binaires et l'excessive multiplicité des groupes. (*Cosmos*, t. I, p. 52.)

Mais il appartenait à Aug. Comte de tirer de la méthode objective tout ce qu'elle était susceptible de donner dans l'état actuel de nos connaissances. C'est pourquoi nous ne nous arrêterons qu'au système encyclopédique de cet éminent philosophe.

Quand on jette les yeux sur les classifications proposées avant Aug.

Comte, on ne peut s'empêcher de dire, à l'imitation du fabuliste : *On nous ruine en savants*. S'il n'est que trop vrai qu'une division fort détaillée est indispensable, d'un autre côté, il ne faut pas la pousser à l'extrême, sous peine de voir se perdre les forces intellectuelles dans des minuties de plus en plus misérables et d'étouffer complètement l'esprit d'ensemble sous l'esprit de détail. Si le régime des Académies n'avait pas entièrement cessé, déjà, de rendre des services en Europe, et s'il pouvait se prolonger, au mépris de l'opinion publique qui le réprouve et de la vraie science, qui se développe en dehors de lui et malgré lui, on le verrait bientôt engendrer des intelligences aussi étiolées en leur genre que celles des malheureux dont toutes les heures sont employées à fabriquer des manches de couteaux ou des têtes d'épingles.

La série hiérarchique d'Aug. Comte présente un caractère linéaire et parfaitement saisissable d'un seul coup d'œil, à l'opposé des séries circulaires que rappelle l'étymologie du mot encyclopédie. Les sciences s'y trouvent rangées suivant leurs degrés respectifs de généralité et de complication, en commençant par les plus générales et les plus simples, et finissant par les plus spéciales et les plus compliquées, de manière à permettre de procéder à un enseignement scientifique complet, sans jamais pouvoir être entraîné au moindre cercle vicieux. Sous le point de vue pratique, on y voit les phénomènes précisément disposés dans un ordre tel qu'ils deviennent de plus en plus accessibles à l'intervention humaine, en sorte que l'on a une gradation parfaite, depuis les phénomènes astronomiques, essentiellement immodifiables, jusqu'aux phénomènes sociologiques, qui sont les plus modifiables de tous. Enfin, sous le point de vue historique, cette progression de complication nous manifeste de suite le degré comparatif de rapidité suivant lequel chaque science accomplit les trois phases nécessaires de son évolution, la phase théologique, la phase métaphysique et la phase positive : c'est-à-dire qu'elle explique très-bien, par exemple, pourquoi les phénomènes moraux et sociaux sortent à peine aujourd'hui de l'état théologico-métaphysique, tandis que l'astronomie a passé de si bonne heure à l'état positif.

Cette belle et simple classification, que nous aurons occasion de mettre en relief, chemin faisant, dans la deuxième et la troisième parties de notre travail, est résumée par le tableau suivant :

- 1° Mathématique;
- 2° Astronomie;
- 3° Physique;
- 4° Chimie;
- 5° Biologie;
- 6° Sociologie.

On peut, si l'on veut, pour plus de simplicité encore, contracter davantage cette série et se borner à une division ternaire, en ne considérant que trois couples de sciences, et associant celles qui offrent une similitude exacte de méthodes et de doctrines ; l'on aura ainsi les deux couples successifs mathématique-astronomique et physico-chimique, relatifs à la nature inorganique, et le couple biologico-sociologique, relatif à la nature organisée ; le couple physico-chimique constituant logiquement et scientifiquement une transition parfaite entre les deux couples extrêmes.

Ces six chapitres fondamentaux de la science humaine sont susceptibles d'être subdivisés en des séries secondaires fondées sur les mêmes principes, et que nous omettons pour le moment ; en sorte que l'on a une progression continue, commençant par les plus simples spéculations numériques et finissant aux spéculations sociales les plus élevées, comme on peut le voir dans le grand ouvrage d'Aug. Comte <sup>1</sup>.

Le tableau précédent est aussi expressif par ce qu'il contient, que par ce qu'il ne contient pas ; on a fait à cette théorie encyclopédique le reproche de ne point comprendre les sciences concrètes ni les sciences pratiques, sans considérer que cette omission en fait précisément l'un des mérites ; la séparation du vrai domaine abstrait d'avec le domaine concret et le domaine pratique (que nous avons expliquée ci-dessus) forme le résultat le plus important des travaux d'Aug. Comte et constitue toute la valeur de sa série pour présider à une véritable organisation du travail scientifique. Pour s'en convaincre, il n'y a qu'à comparer cette série à la théorie d'Ampère, qui a voulu considérer à la fois les branches mères et les rameaux de l'arbre encyclopédique, ce qui l'a conduit à une inextricable confusion. Il est certain que, dans l'avenir, on devra s'occuper de classer les spéculations concrètes et les sciences d'application ; mais ce nouveau travail ne fera que se superposer à celui d'Aug. Comte, sans l'altérer, car il est facile de voir que telle question réelle qu'on voudra poser se rapporte à quelqu'une des six catégories précédentes, en sorte que tout le savoir humain a, en définitive, pour fondement les spéculations abstraites telles qu'elles ont été caractérisées par Aug. Comte. Observons, en dernier lieu, que les sciences qu'on lui reproche d'avoir négligées ne sont pas même constituées bien nettement encore, et qu'elles attendent cette constitution du développement de nos six sciences abstraites qui leur fournissent leurs principes essentiels. C'est ainsi qu'il n'est pas parfaitement exact de donner le nom de science à la météorologie et à la géologie, par exemple, car, en bonne philosophie, une science est un ensemble de lois conduisant à des prévisions certaines, et non un

<sup>1</sup> *Cours de philosophie positive*, 6 vol. in-8. Paris, 1830-1842, Mallet-Bachelier.



amas de faits n'ayant presque aucune liaison entre eux ; de l'empirisme grossier ou de l'érudition incohérente ne peut passer pour de la science dans toute la dignité de ce mot.

Tel est donc l'ensemble du domaine spéculatif, du moins en ayant égard aux seules contemplations scientifiques, car le lecteur a sans doute remarqué que nous avons laissé de côté la contemplation esthétique ou poétique ; cette omission a été faite à dessein, d'abord pour ne pas compliquer le tableau précédent et ensuite parce que la division entre la Science et la Poésie est évidente aux yeux de tout le monde, et malheureusement trop exagérée aujourd'hui. Ce n'est pas en voyant les poètes ou artistes et les savants se dénigrer mutuellement encore bien plus que ne font de leur côté les biologistes et les mathématiciens, qu'il est besoin d'insister pour marquer la différence qui existe entre les facultés de conception et les facultés d'expression. Toutefois ces dernières facultés ayant une importance capitale dans un travail relatif à la contemplation de la nature, il est nécessaire de leur assigner leur place et de les analyser ; c'est ce que nous tâcherons de faire dans la quatrième partie de ce travail.

---

Par l'ensemble des considérations précédentes, nous avons déjà mis, dans la main de nos lecteurs, un fil conducteur propre à les diriger dans la lecture du *Cosmos*. Il s'en faut de beaucoup que cet ouvrage soit rédigé avec la clarté et l'enchaînement désirables ; l'absence de plan systématique s'y fait sentir pour ainsi dire à chaque page, et, il est loin d'être exempt de ce qu'on a justement nommé : *fatras germanique*. Il n'y a chez Humboldt qu'un sentiment très confus de la vraie hiérarchie des phénomènes, et il mêle continuellement l'abstrait et le concret, la science et l'érudition, le certain et l'hypothétique. Ses souvenirs de voyageur tombent sans cesse brusquement au milieu des considérations philosophiques et cosmiques les plus élevées, et il nous semble voir Dante faisant, sans transition, descendre son lecteur des hauteurs du ciel dans les rues de Florence ; ainsi procède en effet Humboldt, quand il nous transporte subitement du sein de la voie lactée sur le sommet des Cordillères. En outre, ses connaissances scientifiques ne l'ont pas suffisamment préservé des nébuleuses théories de ses compatriotes, et de ces conceptions panthéistiques de prétendus grands philosophes, lesquelles n'ont pas dix ans de vie moyenne dans le pays même où elles éclosent journellement. Sans vouloir faire ici du patriotisme d'antichambre, nous ne pouvons nous empêcher de remarquer que les savants français, qui assurément travaillent moins que les allemands, travaillent mieux. La traduc-

tion française qu'on nous a donnée du *Cosmos* en fait ressortir particulièrement les vices, car rien ne met à nu un auteur comme une langue forcément claire; celui qui est obscur en français, ou s'en impose à lui même, ou cherche à en imposer aux autres.

Enfin, il y a encore un reproche beaucoup plus grave à faire à Humboldt; sa correspondance <sup>1</sup> ne laisse aucun doute sur l'entière émancipation de son intelligence; et cependant le mot de *création* se trouve répété à satiété dans le *Cosmos*; sans aucun doute, il n'y a là qu'une simple concession dictée par la prudence (ces bons Allemands ne sont pas aussi simples ni aussi naïfs qu'on veut bien le dire), mais on voit trop dans une telle conduite l'ami d'un roi et le chambellan dont la poitrine est couverte de plaques et de cordons. Il a beau dire : *Tant qu'on vit, on ne doit la vérité qu'à ceux qu'on estime hautement*, la postérité pourra répondre que, du moins, on ne doit jamais faire usage de formules que l'on regarde comme vides de sens, sous peine d'être classé parmi la tourbe de ceux qui exploitent l'ignorance humaine. Notre illustre Laplace, malgré sa déplorable versatilité politique, a su montrer dans ses écrits une conduite moins timide et plus noble.

Nous allons maintenant entrer plus en détail dans l'étude du *Cosmos*, qui, malgré ses lacunes et ses imperfections, n'en est pas moins un monument durable du vaste et profond savoir de son illustre auteur.

ALPH. LEBLAIS.

## SUR LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DE L'ACIDE CARBONIQUE LIQUIDE

On a tant de peine à emprisonner ce liquide, si extraordinairement volatil, que les chimistes sont bien excusables, de ne pas avoir essayé depuis longtemps de se rendre compte de ses propriétés. Cependant il y aurait un grand intérêt théorique à savoir comment se comportent les molécules d'acide carbonique lorsqu'un effort mécanique les met dans un état si différent de celui qu'elles prennent quand elles sont abandonnées à la libre expansion du gaz se dilatant dans l'atmosphère.

⚡ Tout porte à croire que la pression, qui fait perdre aux atomes leur état fluide, ne change aucunement la nature de leurs propriétés, et qu'on retrouvera dans le liquide même tout ce qui distingue le gaz et *vice versa*, comme il arrive avec l'eau et la vapeur d'eau.

Tyndall a eu l'idée de vérifier ces considérations, en préparant de l'acide carbonique liquide dans un tube de trente centimètres

<sup>1</sup> Lettres d'A. de Humboldt. Hachette, 1860.

de long et de un centimètre environ de diamètre intérieur. Ce tube choisi, d'une épaisseur suffisante, a été doublement recourbé, de manière à offrir trois parties distinctes ; la plus éloignée du bouchon était remplie de bicarbonate de soude destiné à dégager l'acide carbonique.

Quelques grammes d'acide sulfurique étant placés dans la partie moyenne, on les fait glisser par petites parties et avec précaution dans la portion où se trouve le bicarbonate de soude, destiné à donner le gaz. La partie opposée à celle où se trouve accumulée l'acide carbonique par la décomposition du sel est fortement bouchée par un bouchon en verre qui porte un tube où est renfermé un petit fragment de la substance sur laquelle l'on veut faire réagir l'acide carbonique liquide <sup>1</sup>.

Pour mettre en contact ce liquide avec les corps étrangers, il n'y a point à renverser le tube, mais à profiter de son excessive volatilité ; il suffit de refroidir la partie extérieure de l'appareil par la vaporisation d'éther versé sur du coton. L'acide carbonique distille immédiatement et quitte la branche où se trouve encore le sulfate de soude <sup>2</sup>.

Les opérations ont lieu dans une cage très solide destinée à protéger l'observateur contre la rupture des appareils, ce qui peut arriver par mille causes différentes, telles qu'un trop grand afflux d'acide sulfurique, une subite élévation de température. Le tube recourbé est attaché à un pivot mobile, de sorte qu'avec de petites secousses que l'on donne du dehors en inclinant l'axe, on fait parvenir tout l'acide sur le bicarbonate <sup>3</sup>.

On a trouvé, en prenant toutes ces précautions, que l'acide carbonique liquide est un gaz inerte, chimiquement parlant, et doué, en général, d'un très faible pouvoir dissolvant. Cependant la naphthaline fut un peu dissoute ; la gutta-percha fut blanchie ; la résine et la gomme copal se laissèrent un peu attaquer ; quant au camphre, il disparut avec rapidité.

Les métaux ont été sans action, excepté le potassium et le sodium, qui lui ont enlevé son oxygène ; car on a pu très nettement constater la présence de soude et de potasse lorsqu'on a vidé le tube. Le liquide

<sup>1</sup> Nous n'avons pas besoin d'ajouter que ce bouchon est fortement assujéti au moyen de fils de fer. (Voir, pour plus de détails, les Transactions philosophiques pour 1861.)

<sup>2</sup> Une disposition particulière permet de donner issue au gaz lorsque l'expérience est faite. On comprend qu'il faut de grandes précautions pour que la parcelle de matière sur laquelle on a opéré ne soit pas entraînée lors de cette décharge finale.

<sup>3</sup> Il est facile de comprendre que ce mode d'expérimentation peut être adapté à l'étude d'autres gaz liquéfiés, en prenant des tubes de verre et des fermetures dont la résistance soit suffisante.

carbonique s'est donc comporté dans ce cas comme aurait fait l'eau, avec cette différence que la réaction a eu lieu sans dégagement appréciable de chaleur.

L'acide carbonique liquide est un isolant très parfait; il a offert plus de résistance au passage du courant électrique que ne l'a fait l'air dans les mêmes expériences.

Tyndall s'est servi d'un appareil de Rhumkorf, dont il a fait passer la décharge entre deux pointes de platine <sup>1</sup>.

Evidemment l'étude de ce corps est bien loin d'être complète avec les renseignements précédents; mais, grâce aux recherches que nous venons d'analyser, on a des notions moins vagues que celles que l'on possédait jusqu'à ce jour sur une substance aussi curieuse.

W. DE FONVIELLE.

## SUR L'ÉQUIVALENT DYNAMIQUE DE LA CHALEUR

M. le professeur Tyndall vient de publier la réponse suivante à la réclamation de M. Joule que nous avons insérée dans notre dernier numéro (p. 302); nos lecteurs seront bien aises d'avoir sous les yeux toute la polémique des deux savants physiciens :

« Mon cher Joule,

» A mon retour de Suisse, il y a deux jours, j'eus occasion d'avoir sous les yeux la note que vous avez publiée dans le dernier numéro du *Philosophical Magazine*. Voulez-vous me permettre de faire les remarques suivantes relativement à cet objet :

» Pendant le cours de l'année actuelle je donnai, à l'Institution royale, une série de lectures « sur la chaleur considérée comme une » espèce de mouvement ».

» J'avais engagé un sténographe pour recueillir mes leçons, que j'avais l'intention de publier, et je tire des notes de ce monsieur les extraits suivants qui ont trait à la théorie mécanique de la chaleur :

« C'est à M. Joule de Manchester que nous devons presque entièrement les expériences faites sur ce sujet. Avec son esprit fermement attaché sur un principe, et sans être rebuté par la froideur avec laquelle ses premiers essais paraissent avoir été accueillis, il persista

<sup>1</sup> Dans les premières expériences, le courant avait passé avec une assez grande facilité; ce phénomène tenait à ce que des traces d'acide sulfurique étaient venues se mélanger au liquide carbonique et augmenter sa conductibilité, comme le font quelques gouttes d'acide diluées dans l'eau. Tyndall s'est assuré que l'acide carbonique liquide était pur, lorsqu'il a été possible de constater son pouvoir isolant. (Voir le mémoire de Tyndall pour tous ces détails, et pour l'énumération de toutes les expériences auxquelles le gaz a été soumis.)



pendant des années dans ses tentatives, pour prouver l'invariabilité de la relation entre la chaleur et la force mécanique ordinaire. Il plaça de l'eau dans un vase convenable, l'agita avec des roues mues par des forces susceptibles d'être mesurées, et détermina l'élévation de la température. Il fit la même opération avec du mercure et de l'huile de sperme. Il fit frotter des disques de fer fondu les uns contre les autres, et mesura la chaleur produite par leur frottement. Il fit passer de l'eau à travers des tubes capillaires, et mesura la chaleur ainsi engendrée. Le résultat de ses expériences ne laisse aucun doute dans l'esprit, et la quantité absolue de force produite par la dépense d'une quantité absolue de travail mécanique est toujours fixe et invariable. » Tel est le langage dont je me suis servi vis-à-vis de vous, et j'y adhère encore. Je pense que vous n'y trouverez rien qui indique de ma part le désir de mettre en question vos droits à l'honneur d'être le démonstrateur expérimental de l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Mon objet, dans la lecture à laquelle vous faites allusion, n'a pas été de donner une histoire de la théorie mécanique de la chaleur, mais simplement de placer un homme de génie, que les destins avaient singulièrement maltraité, dans une position un peu plus digne de lui.

» Je connaissais tout ce que vous avez raconté relativement à Locke, Rhumford, Davy et d'autres. Vous auriez pu ajouter Bacon à votre liste. Probablement jamais une grande généralisation ne fut découverte sans avoir préalablement germé dans l'esprit d'un grand nombre de penseurs. Mais les écrits de Mayer forment une époque dans l'histoire de l'équivalent mécanique de la chaleur, et je ne suis point disposé à rétracter une ligne de ce que j'ai dit en sa faveur. Je pense qu'il mérite encore plus de louanges que je ne lui en ai donné. C'est le premier qui se soit servi du mot « équivalent » dans le sens précis que vous avez appliqué. Il a calculé l'équivalent mécanique de la chaleur en partant de données dont, comme je l'ai dit, « un homme d'une rare perspicacité pouvait seul profiter. » Et son calcul s'accorde d'une manière frappante avec vos propres déterminations <sup>1</sup>.

» Vous avez travaillé indépendamment de Mayer et d'une manière toute différente. Vous avez soumis la théorie expérimentale à l'épreuve de l'expérience, et, de cette manière, prouvé sa vérité.

» Mayer a calculé exactement l'équivalent mécanique de la chaleur; mais vous dites qu'au moment où il écrivait il n'y avait pas de faits connus pour prouver l'hypothèse qu'il adopta. Si par là vous voulez dire qu'il a deviné au hasard, sans avoir aucune base de probabilité physique, je ne peux pas être d'accord avec vous. Les lois connues de la constitution d'un fluide élastique sont tout à fait suffisantes pour

<sup>1</sup> En faisant usage de la chaleur spécifique de l'air.

justifier la manière de procéder de Mayer. Son hypothèse était la suivante : soit  $X$  la quantité de chaleur pour élever à  $T^\circ$  la température d'un gaz sous volume constant à  $T^\circ$  soit  $X + Y$  la quantité de chaleur nécessaire pour l'élever à  $T^\circ$  sous pression constante. Soit  $P$  le poids soulevé par le gaz dans ce dernier cas,  $H$  la hauteur à laquelle il a été élevé. On a, suivant Mayer, l'équation

$$Y = P \cdot H.$$

c'est-à-dire l'excès de chaleur communiquée dans le second cas est précisément équivalent au travail mécanique accompli.

» Cette équation suppose essentiellement qu'aucune portion du travail n'a été employée à surmonter les attractions moléculaires internes. C'est, je le pense, une hypothèse infiniment probable, si probable, suivant moi, qu'elle me paraît presque certaine. Clausius fait la même supposition et n'a pas de meilleures raisons à donner que Mayer, et je crois (mais ici je me borne à me fier à ma mémoire) que la supposition a été confirmée par les expériences du philosophe qui a soulevé cette question. « La loi : chaleur-égale effet mécanique, dit Mayer, est indépendante de la nature d'un fluide élastique particulier qui ne sert que comme un appareil au moyen duquel une force se convertit en une autre. »

» La loi de Mariotte était un principe déjà ancien à l'époque où Mayer écrivait, et comme elle est vraie pour tous les gaz, il est excessivement probable que les attractions des molécules gazeuses sont insensibles; autrement il est très difficile d'expliquer que les mêmes résultats aient pu être obtenus avec des gaz si différemment constitués. L'attraction des molécules d'hydrogène serait probablement autre que celle des molécules d'oxygène. Cette théorie reçut une nouvelle confirmation par les expériences d'Ørstedt et Desprez, qui montrent que les gaz liquéfiables s'écartent de la loi de Mariotte, l'écart dépendant de la distance où l'on se trouve du point de liquéfaction. Dans les cas où l'on n'a pas constaté que la loi soit en défaut, Mayer avait le droit d'affirmer que les attractions moléculaires sont insensibles, et que la quantité de chaleur  $y$  est entièrement dépensée à élever les poids, et qu'elle a son véritable équivalent mécanique dans les poids ainsi soulevés.

» Quant à l'application de la théorie mécanique de la chaleur aux phénomènes cosmiques, si je ne craignais pas de vous blesser, je vous demanderais si vous avez lu le traité de Mayer : *Beitrag zur Dynamik der Himmels*. Si vous me répondez affirmativement, je déclare que j'ai de bonnes raisons pour suspecter ma compétence, s'il s'agit de nous entendre sur la valeur de droits scientifiques.

» Sachant que les mémoires originaux de Mayer seraient une véri-

table cour d'appel à ce sujet, j'ai engagé, il y a quelques années, l'éditeur responsable du *Magasin philosophique* à en publier une traduction. J'espère qu'il le fera, car je suis tout à fait convaincu, comme vous, qu'ils intéresseraient beaucoup de lecteurs du *Magasin*. Laissez-moi ajouter en terminant que je ne pense pas que l'estime du public pour vos travaux soit le moins du monde affectée par la reconnaissance de ce qui appartient à Mayer. Il y a place pour vous deux sur cette vaste plate-forme. Certainement, dans le cas où Mayer n'aurait jamais écrit un mot sur la théorie mécanique de la chaleur, je ne considérerais pas vos ouvrages comme plus dignes d'admiration.

» Croyez-moi votre, etc.

» TYNDALL. »

## COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES HEBDOMADAIRES

### DU CERCLE DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE

Analyse du cours pratique de machines à vapeur de M. de Fréminville, par M. Sainte-Preuve. — Renseignements sur la production et la consommation du coton et sur la valeur des cotons de diverses provenances, MM. Barral, Féline. — Sur les propriétés stimulantes du coca, par M. Barral. — Perfectionnements apportés aux navires blindés; MM. de Clles et Pieraggi.

SÉANCE DU 14 AOUT 1862. — Présidence de M. FÉLINE, vice-président.

M. Sainte-Preuve appelle l'attention des membres du cercle sur une publication récente qui lui paraît devoir intéresser non-seulement les ingénieurs, mais aussi toutes les personnes qui veulent suivre et comprendre le progrès de notre marine. Sous le titre de *Cours pratique de machines à vapeur marines*, M. A. de Fréminville, sous-directeur à l'Ecole d'application du génie maritime, vient de faire paraître, chez Artus-Bertrand, un résumé très clair et très attachant d'une partie des leçons par lui données aux élèves de cette école.

Dans un volume de près de 500 pages, accompagné d'un magnifique atlas grand in-folio, renfermant 90 planches et 8 tableaux numériques, M. de Fréminville a su condenser l'historique succinct et impartial des progrès de la navigation à vapeur, l'explication des diverses espèces de machines à vapeur marines et d'organes de propulsion, la démonstration des qualités et des défauts des divers appareils employés jusqu'ici par la marine militaire, et il a su présenter à ses lecteurs de larges vues d'ensemble et leur faire toucher du doigt les détails essentiels dont l'étude technique, qu'il sait rendre claire et rapide, se complète par un choix sobre, mais suffisant pour les ingénieurs eux-mêmes, de calculs et de formules.

L'ouvrage est en deux parties : la première, que lira d'un bout à l'autre la foule des personnes lettrées, renferme l'historique des machines à vapeur

et l'examen comparatif des principaux types de celles qui servent dans la navigation; la seconde, qu'étudieront avec une attention plus sévère les ingénieurs, sera aussi parcourue avec curiosité par tous les lecteurs sérieux qui pourront y trouver les réponses à bien des questions qu'ils ont dû faire bien souvent sur la forme et les fonctions de tant d'organes mécaniques dont l'importance leur a été signalée par les comptes rendus des expositions industrielles, par les articles technologiques des journaux, et même par les entretiens du monde des affaires, où l'invention prend de jour en jour une place plus étendue. Sur cette deuxième partie, qui comprend, entre autres appareils, l'injecteur qui a rendu célèbre le nom de Giffard, les hélices de diverses espèces, les pièces destinées à diminuer les vibrations si fatigantes, si nuisibles à la marche de certains navires à vapeur, etc., etc. M. Sainte-Preuve y reviendra dans une autre séance, et il ne peut aujourd'hui jeter un rapide aperçu que sur la première partie.

Dans l'historique de la machine à vapeur qui sert d'introduction, et qui, malgré sa concision, est plus complet que ceux présentés par la plupart des autres auteurs, M. Sainte-Preuve n'a signalé que deux lacunes peu importantes. Il voudrait qu'on n'oubliât jamais de nommer Perier, de l'Académie des sciences, qui, dans le même temps que le premier des Jouffroy, en 1775, a fait sur la navigation à vapeur des essais dont les détails, transmis par lui à Fulton, ont contribué à pousser cet ingénieur vers la solution définitive du problème. Il voudrait aussi qu'on rappelât qu'Oliver Evans qui, dès 1784, demandait en Amérique une patente pour une machine à vapeur à double effet et à plus de dix atmosphères, applicable à la locomotion sur routes ordinaires, et qui l'obtint en 1787, a réalisé non-seulement cette locomotion, mais encore la navigation à vapeur à très haute pression, à l'aide de condenseurs dont l'eau, exempte de sels, servait presque indéfiniment. Evans s'était inspiré des travaux de Black sur la chaleur latente. Il avait vu dans un recueil anglais l'explication de la machine à simple effet et à basse pression; son génie avait fait le reste. Personne n'a été plus loin que lui quant à l'ensemble du moteur à feu à haute pression, et toutes les idées qu'il a publiées n'ont pas encore été mises en exploitation.

Dans l'un des chapitres relatifs aux machines à balancier et à roues, M. de Fréminville a exposé la fâcheuse variété d'unités, de mesures arbitraires portant toutes, ou peu s'en faut, le nom de cheval-vapeur, et dont on se sert encore dans l'industrie et dans le service public. Il n'est pas un étudiant qui ne comprendra à la première lecture comment se sont introduites et comment doivent s'interpréter les mesures qui se sont entées sur celles de 75 kilogrammes-mètres par seconde, celle-ci substituée par erreur à celle de 76 k., qui était la vraie traduction de l'unité de Watt; comment, par le caprice des constructeurs et la tolérance des ingénieurs des marines militaires, on en est venu à compter la puissance *nominale* des machines à vapeur marines par unités diverses et trompeuses portant le même nom de cheval-vapeur, mais qui, en réalité, valent, l'une, 100, l'autre, 150, d'autres 200 et même 300 kilogrammes-mètres; de sorte que, par exemple, les machines livrées en 1830 par les constructeurs anglais à la France, sous la désignation de 160 chevaux, en valaient réellement plus de 230.



Les détails essentiels de la théorie mathématique de la mesure de la puissance des machines à vapeur marines, théorie applicable aux appareils différents de celui à balancier tout comme à ce dernier, sont succinctement exposés par l'auteur qui, après avoir rappelé les formules algébriques représentatives de la résistance des eaux contre le navire et du travail de cette résistance, la première proportionnelle au carré de la vitesse, le second au cube de cette même vitesse, après avoir avoué combien la théorie laisse encore à désirer, combien la forme particulière à chaque navire, son degré d'immersion, les altérations qu'éprouve sa surface à la mer influent sur la mesure définitive de la résistance des eaux, passe aux conséquences pratiques et enregistre dans un tableau une foule de mesures intéressantes que le plus grand nombre des lecteurs, voire même des hommes de métier, ira peut-être chercher tout d'abord sans s'arrêter aux explications théoriques, aux formules algébriques préliminaires.

Ce tableau donne, pour sept bâtiments du type à balancier et à roues, la puissance nominale *brute* des machines déduite des dimensions du piston et du cylindre, de la course de ce piston, du nombre de ses excursions, la vitesse observée en eau calme, les épreuves, le poids total des machines et chaudières, des parquets, soutes et tuyaux, de l'eau des chaudières, puis le poids correspondant à chaque cheval-vapeur, considéré à part dans la puissance totale, puis la surface immergée du maître-couple, le *déplacement* total et par cheval, la vitesse en pleine charge, le poids total de la coque, de l'armement ou du chargement, celui du charbon embarqué, puis ces deux poids par cheval, et, enfin, les éléments les plus intéressants de cette enquête; à savoir: 1<sup>o</sup> la consommation de charbon par 24 heures par cheval et par heure; 2<sup>o</sup> le nombre de jours de chauffe, c'est-à-dire le temps que durera la provision de houille; 3<sup>o</sup> la distance que le navire peut franchir dans ce nombre de jours et avec sa vitesse normale; 4<sup>o</sup> la consommation totale de houille par mille<sup>1</sup> parcouru, puis la consommation par mille qui correspond à chaque tonneau transporté.

C'est là que l'on voit que ces machines à balancier, déjà anciennes, qui nous rendent encore bien des services, consomment environ 5 kil. environ de houille par cheval nominal et par heure: celles de 160 chevaux (ancienne puissance nominale), 5 kil. 25; celles de 540 chevaux, 4 kil. 6. La différence 0,65 de ces deux nombre paraîtra, à première vue, négligeable à certains lecteurs; mais qu'ils songent à ce que deviennent ces 65 centièmes de kilogramme répétés, à chaque heure, 540 fois pour le *Descartes*, 160 fois pour le *Sphinx*, 220 fois pour le *Vélocé*! La différence totale rend sensible l'avantage que possèdent, en fait de consommation, les grands bâtiments comparativement aux bâtiments plus petits; elle a déterminé la préférence du gouvernement pour les grands navires, préférence justifiée aussi par la diminution proportionnelle qu'éprouve le poids des chaudières

<sup>1</sup> On sait que le *mille* marin qui, pour des latitudes et des longitudes moyennes est l'arc embrassé par un angle de 1 degré à la surface du globe, vaut 1,851<sup>m</sup>,83. Cette correspondance, qui rend si facile l'évaluation approximative du chemin parcouru, au moyen des mesures astronomiques, a motivé le maintien du mille dans le langage nautique.

quand on le compare à la puissance motrice. Il est vrai que, par compensation, le poids proportionnel des machines, loin de diminuer, a augmenté plus rapidement encore que la puissance; mais cette augmentation, sagement calculée, et tout à fait facultative, a tenu au besoin de stabilité, de calme dans la marche, de sécurité contre les chances de ruptures. On ne savait que trop auparavant quelles étaient les vibrations, les trépidations éprouvées à bord des petits navires à vapeur. Ces vibrations fatiguaient l'équipage et nuisaient à la durée des matériaux.

En passant aux machines à vapeur à roues sans balancier, et par conséquent à *connexion directe* entre la tige du piston moteur et la manivelle de l'arbre des roues, machines qui font la matière des trois chapitres suivants de M. de Fréminville, on a obtenu, avec la diminution du poids, une vitesse plus grande, une diminution dans la provision de charbon; mais le chargement est devenu insuffisant et la machine a perdu de sa solidité première. Deux de ces navires, entre autres, l'*Anacréon* et le *Daim*, ont éprouvé des ruptures graves, parce qu'on avait augmenté le travail imposé aux machines de cette catégorie. Ici on a tout sacrifié à l'augmentation de vitesse; aussi a-t-on obtenu 10, 11, 12 nœuds avec l'*Anacréon*, le *Berthollet*, l'*Eclaireur*, le *Prony*, le *Mogador*. La distance franchissable, le nombre de jours de chauffe ont été réduits comparativement, ainsi que le montre le tableau spécial dressé par l'auteur pour ces machines à roues et à connexion directe, et qui, semblable à celui des machines à balancier, donne sur tous les éléments de ces machines et sur le service des navires qui les portent, de précieux enseignements numériques, et, de plus, les nombres rapportés tant au cheval-vapeur réel effectif qu'au cheval nominal.

La transition des bâtiments à roues aux bâtiments à hélice donne lieu à l'auteur d'établir entre eux une comparaison très juste. Il fait ressortir les inconvénients des roues lorsqu'on veut naviguer par la seule impulsion du vent; la résistance qu'offrent, dans ce cas, les tambours; les embarras, les lenteurs de l'opération de l'*affolement* des roues ou du démontage des pales; la vulnérabilité des roues, la diminution qu'elles amènent dans le nombre des canons; il leur oppose le facile affolement de l'hélice ou son retrait et les divers autres avantages de cet organe.

Il est à remarquer que les premiers navires à hélice marchèrent lentement; ils faisaient huit nœuds, neuf tout au plus, c'est-à-dire moins que les bâtiments à roue. La *Pomone*, d'Ericson, le *Chaptal*, de Cavé, inspirèrent d'abord un peu de découragement; mais le *Caton*, qui leur succéda, fit dix nœuds, tout en conservant sa mâture et son artillerie; et enfin parut, en 1847, la combinaison de M. Dupuy de Lôme qui, en donnant 92 canons au bâtiment nommé le *Napoléon*, lui permit de faire cependant douze nœuds et plus.

La *Pomone* était à connexion directe; le *Napoléon*, le *Phlégéton* offraient, entre autres, des engrenages intermédiaires qui donnaient lieu à de grandes résistances, occupaient un vaste espace, pesaient d'un bien grand poids! Depuis lors, on a renoncé aux engrenages et l'on est revenu à la connexion directe.

Plusieurs navires à hélice ont reçu 4 cylindres; mais, comme le fait re-

marquer l'auteur, deux suffisaient, si ce n'est un seul; on s'est donc réduit au double cylindre, et on a d'autant mieux réussi qu'on a eu grand soin de tenir, sur certains navires, les condenseurs très éloignés des cylindres dont, sur d'autres navires, ils ne paralysaient que trop la fonction en les refroidissant par leur contact.

Les appareils à hélice étant plus légers que ceux à roues, et néanmoins très solides, ont devant eux un grand avenir, alors même qu'il ne s'agit pas de la guerre, pour laquelle ils excellent, et de la navigation temporaire sous l'action du vent. Mais l'hélice, elle aussi, a ses défauts dont nos neveux triompheront peut-être, et qui ont mis dans l'embarras plus d'un ingénieur. Par exemple, les calculs ont été faits, lors de la construction de tel ou tel navire, en vue d'imprimer une certaine vitesse de rotation à l'hélice, et l'épreuve a révélé une vitesse tout autre. Ce démenti donné aux calculs a été fréquent. Comment corriger l'erreur? Quand il s'agissait de bâtiments à roues, il suffisait de déplacer les pales des roues pour les ramener à la rotation voulue. Mais pour l'hélice, le seul remède a été jusqu'ici son remplacement par une autre, et à quel prix!

On sait qu'avec d'anciens bâtiments à voiles on a fait, en changeant l'arrière, des navires *mixtes* qui, avec l'aide de machines de faible puissance, ont filé de neuf à dix nœuds. Parmi les *transports*, cette autre espèce de bâtiments à hélice, il en est qui sont d'anciens voiliers transformés, mais presque tous sont des navires neufs. Ils ne fesaient d'abord que huit nœuds; de nouvelles et plus puissantes machines ayant été placées sur d'autres navires, de huit nœuds on est monté à neuf et demi. M. de Fréminville nous annonce que ceux qui sont en chantier promettent d'atteindre dix et onze nœuds.

Les héliciers à grande vitesse, les bâtiments de guerre entre autres, constituent une division spéciale. Leur emploi et celui des *mixtes* a montré, comme on devait s'y attendre, que les grandes carènes offrent moins de résistance. Le tableau spécial dressé par l'auteur pour ces héliciers nous apprend que leur consommation de charbon par cheval-vapeur et par heure n'est que de 1 k. 7 à 2 k. 3 par cheval effectif, si, du moins, nous nous en rapportons aux déclarations des ingénieurs et des officiers qui ont dirigé les épreuves de *recette*. Nous voyons aussi que le nombre des jours de chauffe est de cinq à six, comme pour les mixtes, ou peu s'en faut. Quant aux espaces franchissables, ils varient de 2,000 à 3,600 milles: 2,000 sont presque la moyenne. Parmi nos meilleurs navires de cette catégorie, on distingue le *Souverain*, qui parcourt 2,500 milles; l'*Isly*, qui en parcourt 3,000; l'*Algésiras*, qui va jusqu'à 3,600. La consommation de houille par mille et par tonneau varie selon que le navire à hélices est de petite ou de grande taille. A l'état d'avis il brûle 0 k. 531; à l'état de frégate 0 k. 325, tandis que le vaisseau ne consomme que 0 k. 250.

Le dernier chapitre de la première partie du livre est consacré à des machines de divers systèmes qui ne sont encore qu'à l'état de projets ou qui constituent une section hors ligne sur laquelle porteront encore bien des expériences. Telles sont les machines des canonnières, des batteries flottantes, qui offrent les caractères suivants: emploi de la haute pression sans

condensation; très faible tirant d'eau; poids de l'artillerie considérable; grande vitesse; chaudières tubulaires des locomotives.

On fit, lors de la guerre de Crimée, un certain nombre de ces canonnières, qu'on alimenta d'abord à l'eau de mer, comme presque tous les autres navires; mais le résultat fut médiocre et les chaudières se remplirent promptement d'incrustations. On a cherché le remède dans l'emploi de l'eau distillée; mais l'addition d'appareils distillateurs a rendu ces navires plus défectueux encore. Comme le dit, avec raison, M. de Fréminville, cet essai ne prouve pas du tout qu'on doive renoncer à la haute pression. M. Sainte-Preuve est d'avis qu'elle a été mal employée; qu'on a oublié certains appareils à dépôt préalable de sels calcaires déjà usités sur terre, et qu'on eût pu mettre à l'essai; on a oublié bien autre chose, ajoute M. Sainte-Preuve, mais tout cela reparaitra. La marine à vapeur est et sera longtemps encore condamnée aux essais.

Les appareils construits à grands frais par la marine, sur la demande de M. Belleville, sont décrits par l'auteur dans ce chapitre. On sait que ces appareils se composent d'un ensemble de tubes hélicoïdes de petit diamètre, recevant l'eau dans leur intérieur, et entourés par la flamme du foyer. La tension de la vapeur, dans le générateur à tubes de M. Belleville, devait s'élever au moins à 12 atmosphères; mais l'alimentation n'étant pas assez régulière, les tuyaux ont été brûlés par la flamme, déchirés par la vapeur. — M. Sainte-Preuve fait remarquer, à cette occasion, que M. Isoard, qui avait devancé M. Belleville depuis longtemps, et avait navigué sur la Seine avec une chaudière de cette espèce, construite, ainsi que la machine, aux frais de l'Empereur, avait éprouvé les mêmes inconvénients provenant de la même cause. Il ajoute que la chaudière, employée par Squire et Maceroni, sur une voiture à vapeur, à Londres et à Paris, avant 1840, a parfaitement fonctionné, bien que composée d'un grand nombre de tubes de faible dimension, entourés par la flamme et communiquant entre eux<sup>1</sup>.

Un aperçu rapide des très utiles machines à cylindres inclinés et à hélice, pour bâtiments de transport, de celles dites à *pilon* et enfin des machines rotatives, y compris le *disc-engine* de Rennie, terminent la première partie du remarquable ouvrage de M. de Fréminville.

L'étendue de cette première partie n'est que le cinquième environ de celle de l'ouvrage entier. Il faut chercher dans la seconde les développements essentiels, les explications complémentaires relatives à chaque sorte de machine, à chacun de leurs principaux organes. C'est là que se trouvent exposés, le plus souvent en langage ordinaire, mais, souvent aussi, à l'aide du calcul algébrique élémentaire et parfois sous la forme du calcul infinitésimal, les détails théoriques du fonctionnement des machines, de la *régulation* de certains organes; c'est là que l'ingénieur, le contre-maître mécanicien, trouveront les indications pratiques relatives à l'établissement, à la correction, à l'emploi des diverses pièces du mécanisme; c'est là que le

<sup>1</sup> Dans une brochure publiée en 1833, où Maceroni a donné la liste incomplète de ses devanciers, on voit qu'en 1805 Stevens avait employé des tubes hélicoïdes servant de chaudière.



ecteur, curieux de savoir comment se résout approximativement l'important et obscur problème de l'évaluation de la puissance réelle des machines à vapeur marines, de l'effet utile des divers systèmes, ira chercher le détail de l'emploi de l'indicateur de Watt et des *diagrammes*, celui des essais *au point fixe*, c'est-à-dire au moyen d'un dynamomètre fixé au rivage et tendu par la chaîne que tire le navire chauffé d'abord à toute vapeur, puis de plus en plus faiblement, jusqu'à ce que l'hélice ne puisse plus tourner. Là aussi ils verront une succincte indication de la manière dont s'emploie, relié à l'arbre de l'hélice, un autre dynamomètre à ressort, celui du savant et désormais célèbre ex-professeur de mathématiques à l'école d'artillerie de Brest, M. Taurines.

Le temps manquant à M. Sainte-Preuve pour analyser convenablement la deuxième partie des cours de M. de Fréminville, il renvoie cette analyse à une séance ultérieure.

SEANCE DU JEUDI 21 AOUT 1862. — Présidence de M. BARRAL.

M. Barral donne lecture de quelques extraits d'un mémoire qu'il a écrit comme rapporteur d'une commission chargée d'étudier à l'Exposition de Londres la question des cotons.

En 1860, les envois de coton en Europe se sont élevés à 2,265 millions de kilogrammes, produit de 20 millions d'hectares, correspondant, par suite du mode d'assolement en usage, à 60 millions d'hectares en culture. Les 9/10 proviennent des Etats-Unis.

L'industrie du coton occupe dans la Grande-Bretagne environ deux millions d'ouvriers. En France, la consommation du coton s'est accrue de moitié depuis 1856; elle s'élevait à 124 millions de kilogrammes en 1861.

Par suite de l'interruption des envois d'Amérique, l'approvisionnement n'atteint aujourd'hui que la cinquième partie de ce qui est nécessaire pour la fabrication de l'année. Il devient donc très important de connaître les contrées qui peuvent utilement produire cette substance.

Dans l'expertise faite à Londres, les échantillons de diverses provenances ont été évalués à des prix variant entre 1 et 12 fr. le kilog. Les différences de prix tiennent à la variété de la plante et aux soins plus ou moins grands apportés à la récolte.

— Soixante-dix exposants algériens avaient envoyé des échantillons, leurs cotes extrêmes ont été 1 fr. 15 et 11 fr. le kilog. Ces écarts tiennent à l'ignorance des cultivateurs algériens, qui ont semé indifféremment sans aucun choix toutes les graines qui leur ont été fournies, et n'ont pas toujours donné suffisamment de soins au nettoyage.

M. Barral conseille de proscrire d'Europe et d'Algérie les espèces grossières, qui demandent peu de soins, mais qui rapportent peu, et dont l'Inde fournira toujours suffisamment. Il ajoute quelques renseignements sur la culture du cotonnier, plante qui veut beaucoup d'eau et d'engrais.

Actuellement, les prix sus-mentionnés sont tous presque triplés.

M. Féline demande la raison pour laquelle certains cotons ne se laissent pas teindre. M. Barral pense que les cotons ont été récoltés humides et ont subi une fermentation.

M. Barral donne ensuite les renseignements sur les substances narcotiques et stimulantes exposées également à Londres, et spécialement sur le coca, plante du Pérou, dont les feuilles mâchées à la dose de 1 gr. 75 chaque trois heures, avec addition d'une substance alcaline, ont la propriété de surexciter le système nerveux, au point de permettre de passer un jour ou deux sans manger ni dormir. On en consomme annuellement au Pérou 10 millions de kilogrammes environ, représentant une valeur de 25 millions de francs. Les ouvriers mineurs en font particulièrement usage. Le coca pourrait être cultivé en Algérie.

Quelques membres donnent quelques explications sur les inconvénients et les avantages des narcotiques, et sur la production de l'opium indigène. — M. Vulliel présente quelques décigrammes d'opium extraits des pavots de son jardin.

M. de Celles décrit, d'après un journal scientifique américain, les perfectionnements apportés à la construction des navires analogues au *Monitor*, et M. Pieraggi signale l'existence, également en Amérique, d'un bateau sous-marin appelé à faire bientôt ses preuves, et dont les dimensions seraient de 45 pieds de long sur 4 de large. Ce bateau serait construit par un Français nommé Villeroy.

N. LANDUR.

## M. SCOTT RUSSELL ET LES VAISSEAUX CUIRASSÉS <sup>1</sup>

Le journal la *Presse scientifique* ne professe pas une admiration bien prononcée pour les inventions destructives; il trouve que la nature travaille assez bien déjà sans que l'art vienne apporter son contingent de moyens; mais ce n'est pas à dire qu'il faille fermer les yeux sur les faits, et avoir l'air de ne pas reconnaître certains progrès dans la partie mécanique des modes d'extermination. A ce point de vue donc, nous croyons devoir analyser un remarquable discours prononcé à Londres par un ingénieur d'une incontestable compétence, M. Scott Russell, constructeur du plus puissant symbole de la paix, le *Great-Eastern*.

Ce discours, assez long, contient des allusions tant aux événements passés qu'à des événements futurs dont la *possibilité* épouvante nos amis d'outre-Manche. Comme nous sommes pacifique avant tout, nous laissons ces allusions de côté, et nous ne parlerons que de la partie purement scientifique de ce discours.

Lorsque M. Scott avait été inscrit pour porter la parole dans la *Royal Institution*, le fameux combat de Hampton Roads n'était point encore connu en Europe. La nouvelle de ce fait d'armes dut modifier complètement son discours, et en outre ceux qui avaient généralement

<sup>1</sup> *Enginer*, 27 juin 1862.

combattu ses idées se trouvaient maintenant de son côté, et, comme il le dit plaisamment, « son hétérodoxie était devenue orthodoxie. »

Comparant alors l'esprit pratique des Anglais et des Américains, il déclare que ces derniers, « quelles que soient leurs fautes, n'ont jamais hésité à adopter les meilleures armes de guerre, que longtemps avant l'introduction des carabines dans l'armée anglaise, ils étaient déjà connus pour la perfection de leur fabrication ; et que c'est à eux que l'Angleterre doit le revolver, si utile dans les Indes, tellement ils l'ont perfectionné, s'ils ne l'ont pas inventé. » A la veille d'une guerre avec eux, le gouvernement fit l'inventaire de la flotte prête au combat, et, le 1<sup>er</sup> janvier 1862, cette puissante flotte, c'est le *Times* qui l'assure, consistait en un seul vaisseau de ligne... Aujourd'hui (16 mai), il y en a deux, le *Warrior* et le *Black Prince*, pas davantage <sup>1</sup>.

La question ne fait plus aujourd'hui l'ombre d'un doute ; depuis l'affaire du *Monitor*, il est démontré qu'un vaisseau de guerre en fer est supérieur à un navire en bois, et le combat du *Merrimac* avec le *Congress* et le *Cumberland* a décidé le point en litige, savoir : qu'un navire en bois ne peut supporter l'attaque d'un vaisseau en fer. Aussi, sir John Hay, président du comité naval, s'est-il écrié : « Celui qui va au combat dans un navire de bois est un sot, et celui qui l'y envoie, un brigand. »

Mais comment s'est produite cette révolution ? Par l'introduction du tir horizontal des bombes. Le général français Paixhans y contribua plus que tout autre. Il fit des pièces de 8 à 10 pouces (0<sup>m</sup>.242 à 0<sup>m</sup>.302), qui lancèrent alors *directement* des bombes, lesquelles auparavant étaient tirées en l'air et retombaient sur le but. C'était là un immense avantage. Ce tir horizontal eut une assez longue faveur avec les artilleurs, mais ils eurent peu d'occasions d'en voir les effets pratiques. Sir Howard Douglas, dont le *Traité d'artillerie navale* a été autrefois traduit en français, dit à ce sujet : « Une bombe ainsi lancée entre les ponts jette ses éclats dans toutes les directions, et fait sauter tout ce qui se trouve sur le pont, sans préjudice de l'action latérale. » Une de ces bombes éclata par hasard dans la *Medea*, tua le canonnière et plusieurs hommes, et fit des dégâts qui jetèrent l'escadre dans la consternation, car tels étaient les effets que l'on devait attendre d'une bombe ennemie logée dans le vaisseau avant son explosion. La première expérience un peu sérieuse fut l'affaire de Sinope, dont les résultats sont entièrement dus au tir horizontal. On a manifesté beaucoup d'étonnement de ce que Cronstadt et Sébastopol n'aient point été sérieusement attaqués par les flottes. Les gens du métier savaient bien alors le vrai motif. Aujourd'hui, le secret n'est plus nécessaire. C'est donc parce que les marins ne furent pas si sots que de s'exposer à un tir horizontal de

<sup>1</sup> Il est clair qu'il ne s'agit que de vaisseaux blindés.

bombes dans des vaisseaux de bois. Feu lord Dundonald, l'un des plus braves marins qui ait jamais monté un navire, écrivit à Napier devant Cronstadt pour lui conseiller de ne pas se laisser pousser au combat avec des vaisseaux combustibles. A Sébastopol, on fit une tentative, ou plutôt un semblant de tentative. La flotte se rangea en bataille hors de portée, et deux ou trois capitaines s'avancèrent un peu. Mais ils virent bientôt qu'ils avaient affaire à des artilleurs dressés au tir horizontal, et jugèrent que l'amiral avait la plus grande dose de prudence, vu qu'il était le plus éloigné. Ceux qui s'étaient aventurés furent complètement incapables de servir par la suite, et il n'y a aucun déshonneur à dire qu'après l'explosion de trois de ces bombes dans un vaisseau, aucun matelot ne sera assez sot (*sic*) pour rester à sa pièce.

« Maintenant, continua l'orateur, vous savez pourquoi nous n'avons pas pris Cronstadt, et vous ne l'avez pas su plus tôt, parce que le gouvernement ne voulait pas laisser ébranler la foi dans les murs de bois. Mais, enfin, le *Merrimac* et le *Monitor* ont éventé la mèche, et j'ai dû vous dévoiler la vérité. »

On devine que les bombes de Sinope et de Sébastopol ne sont rien auprès des bombes d'Armstrong.

On a donc, depuis 1854, fortement dirigé l'attention sur les meilleurs moyens de protéger les navires contre l'effet des bombes et des boulets, mais surtout des bombes. L'homme tiendra contre la chance d'un boulet, ce n'est qu'une chance, mais pas contre la *certitude* d'être démoli par une explosion. L'invention d'une armure en fer remonte à une soixantaine d'années. Longtemps avant que l'Angleterre songeât à l'employer, en 1843, l'ingénieur Stevens, de New-York, avait fait des expériences qui démontraient qu'une armure de 5 pouces (0<sup>m</sup>.131) suffisait pour résister à tout boulet ou à toute bombe de l'époque.

M. Stevens proposa, cette année-là, au gouvernement américain de construire un navire cuirassé; pour divers motifs, il ne fut commencé qu'en 1854, puis abandonné. « On peut donc considérer M. Stevens comme l'inventeur; mais il est incontestable que le premier qui a pratiquement appliqué ce système à la guerre maritime, c'est l'empereur actuel des Français. Savant artilleur lui-même, il sentit profondément l'impuissance de sa flotte dans la mer Noire et celle de la nôtre dans la Baltique, et se mit à l'œuvre pour y remédier. Dès 1854, il fit construire quatre ou cinq batteries; nous ne fîmes que l'imiter, et nous en contruisîmes cinq ou six.

» J'ai attribué l'introduction des vaisseaux cuirassés à M. Stevens et à l'empereur; cependant, il est juste de réclamer notre part. Stevens employait des plaques disposées en écailles; mais M. Lloyd, de l'amirauté, consulté à l'époque, déclara que des plaques solides de 4 pou-



ces 1½ (0<sup>m</sup>.113) résisteraient mieux qu'une série de plaques de six pouces (0<sup>m</sup>.180). M. Lloyd partage donc, avec l'empereur, le mérite de cette application. »

Ici l'orateur exhiba un modèle de ces batteries primitives ; la forme en est grossière, et non-seulement ce ne sont pas de bons bateaux de mer, mais même en gros temps, elles ne valent absolument rien. En eau calme, c'est différent, du moins les trois de l'empereur, qui allèrent à Kinburn. Les Anglais n'en ont jamais fait autant. Au retour de Kinburn, elles étaient bien couvertes de traces de boulets, mais aucune ne fut sérieusement endommagée. L'empereur fut convaincu par cette épreuve, et prit sa résolution dès ce jour. Aujourd'hui, l'on « sait avec quelle décision, quelle économie et quel succès cette idée s'exécute ».

« Je vais vous démontrer ce qu'est cette armure, et d'abord le secret de son efficacité. Premièrement, en fait, elle arrête le projectile comme l'enclume arrête le marteau, et l'arrête en *dehors* du vaisseau. Ainsi, l'armure joue le rôle d'une enclume. Lorsque ces plaques furent faites d'abord, ce fut pour résister à des boulets de 8 livres, et 4 pouces et demi d'épaisseur étaient amplement suffisants. Mais aujourd'hui, les projectiles sont beaucoup plus forts. Quand un boulet ou une bombe sphérique frappe la plaque, le premier phénomène est que la première molécule qui touche le fer est arrêtée ; le second, que les molécules voisines s'élancent jusqu'à ce qu'elles soient aussi arrêtées par l'armure ; ainsi cette réunion de molécules fait une marque, une dépression, et le reste de la bombe est déformé... Ce n'est plus la forme première, c'est une forme toute différente... En outre, il ne reste qu'une partie du projectile, car la plus grande partie est dispersée en fragments de tous côtés. Tout ce qui en reste est un cône poli. Qu'est il arrivé, de l'autre côté, à l'armure ? La plaque subit d'abord une dépression à l'endroit du choc ; si sir William Armstrong tire un second coup au même endroit, la dépression devient plus profonde ; s'il touche une troisième fois, comme il a toujours l'esprit de le faire, la partie défoncée finit par se séparer de la plaque et se livre à une petite excursion pour son compte. Mais si l'on emploie le boulet que voici, pesant 150 livres, je réponds que du premier coup, il s'ouvrira un trou de son propre diamètre. Mais qu'arriverait-il dans le cas où la bombe remplacerait le boulet ? Nous le savons aujourd'hui, car nous l'avons vu. Non-seulement la bombe fut brisée en morceaux, mais encore *elle oublia d'éclater*. Tout ce qu'on peut dire pour l'excuser est qu'*elle n'en eut pas le temps*.... Tout artilleur sait qu'il faut 4 ou 5 centièmes de seconde pour que, dans un canon, l'explosion se fasse d'un bout de la charge à l'autre. Il en est de même dans une bombe ; mais ce qui arrive ici est que la bombe est fracassée

et la poudre dispersée *avant* l'explosion, et ceci a même lieu contre des plaques de moins de 4 pouces (0<sup>m</sup>.401<sup>mm</sup>). » Cette faculté d'annuler l'effet de la bombe est un des plus grands avantages du fer sur le bois; la construction navale doit donc désormais adopter pour principe: *que tout ce que l'armure de fer peut opposer au boulet, elle le peut opposer à la bombe*. La discussion ne doit donc plus porter que sur la question de trouver la meilleure armure.

M. Scott Russell pense que le *Warrior* est de tous points le meilleur modèle du vaisseau cuirassé. Il n'a qu'un pont, sur lequel est une batterie du plus lourd calibre, et cette batterie est entièrement couverte de plaques de fer, renforcées de 18 pouces (0<sup>m</sup>.437) de bois entre elles et la coque en fer du navire. On travaille en ce moment à supprimer cette doublure en bois, qui peut pourrir et ne contribue en rien à la perfection de la batterie, afin de la remplacer par une doublure en fer, ce qui serait alors la perfection du système <sup>1</sup>.

L'orateur considère ensuite les difficultés qu'il y aura à surmonter dans la construction des nouvelles flottes. Celles que présentait la question de l'armure sont surmontées, car si sir William continue à augmenter ses calibres, on sait aussi dans quelle proportion il faut augmenter l'épaisseur des plaques. La difficulté est de construire un navire qui, non-seulement résistera au boulet et à la bombe, mais aussi saura filer rapidement et bien tenir la mer. C'est là une difficulté considérable (*monstrous*). C'est un problème d'architecture navale, car l'armure de fer place le plus grand poids dans un très mauvais endroit, rendant le bâtiment très lourd du haut. Dans ces conditions, un navire roule beaucoup, et, dans une tempête, pourrait chavirer, ce qu'il faut éviter absolument. Le problème est donc de faire un navire stable en dépit de cette surcharge, et en même temps bon marcheur. Les premières batteries flottantes manquaient complètement de ces qualités... Celles qui furent envoyées dans la mer Noire par l'amirauté, en dépit de l'habileté de leurs commandants, ou n'y arrivèrent point, ou ne firent qu'aller et revenir. L'orateur n'y aurait fait aucune allusion, s'il n'y avait point aujourd'hui de partisans de ce système; car, dans les sphères les plus hautes, on est fort divisé sur la question de savoir s'il faut construire une flotte capable de faire de longs voyages et de tenir la mer, même la plus orageuse, afin de pouvoir efficacement protéger le commerce des colonies, ou s'il vaut mieux construire des navires impropres à la navigation, incapables de poursuivre, et, par suite, de capturer l'ennemi, ce qui le réduirait à un service de côtes, et, dans ce cas, si l'on veut

<sup>1</sup> Un modèle de ce navire est exposé dans la nef du Palais de l'Exposition Internationale de Londres.

faire du mal à l'ennemi, il est nécessaire que l'ennemi vienne s'exposer, ce que bien certainement il évitera de faire.

Ici l'orateur fait la description des différents vaisseaux cuirassés connus, et donne la préférence à la classe du *Warrior*.

Les vaisseaux de cette classe ont 38 pieds de large (17<sup>m</sup>.67), 400 de long (121<sup>m</sup>.88) et jaugent plus de 7,000 tonneaux. La dépense d'un de ces navires, tout armé et prêt à prendre la mer, est tout près d'un demi-million sterl. (12 millions 500 mille fr.). La qualité distinctive du *Warrior* est qu'il tient fort bien la mer<sup>1</sup>. Deux navires de cette classe sont aujourd'hui construits, et quatre autres sont en construction. L'armure consiste en plaques de 4 pouces 1/2 (0.113<sup>m</sup>.) s'étendant sur toute la longueur du vaisseau, et, en outre, à 5 pieds (1<sup>m</sup>.52) sous l'eau. Elle est disposée de façon à ce que le centre de gravité se trouve à 6 pieds (1<sup>m</sup>.83) au-dessus de l'eau. Or, c'est un principe que, pour avoir un navire dans de bonnes conditions, le centre de gravité doit être près de la flottaison ; cependant, le navire a réussi, malgré cette anomalie.

Cette difficulté a été surmontée, dans la batterie de Stevens, par une méthode toute différente. En abandonnant le problème d'un bâtiment bon à tenir la mer, il s'occupa de faire un navire destiné à voguer dans les eaux calmes, et lui donna la forme d'une barque de canal, avec une inclinaison vers l'eau, de façon à pouvoir amener le bord tout à fait au niveau de l'eau. Cette batterie est aussi longue que le *Warrior*, doit être aussi rapide et porter une plate-forme centrale, à l'épreuve du boulet, avec sept gros canons montés sur des plaques tournantes, mûs par mécanisme sous le pont... Cette batterie a été commencée en 1854 et sera bientôt achevée ; c'est un excellent modèle pour l'action sur des eaux calmes. Mais, en Europe, il faut des modèles bien différents, dont le *Warrior* doit être le prototype, et l'on ne saurait méconnaître l'avantage d'avoir exclusivement de ces vaisseaux qui peuvent aller et se maintenir partout, malgré la distance et les tempêtes.

Le *Merrimac*, l'une des frégates américaines les plus belles, qui aient été le modèle des frégates européennes, fut modifié par les confédérés et couvert avec des rails. Le mot n'est pas exact ; il fut recouvert d'une première cuirasse de plaques de 6 pouces de large et d'un pouce et demi d'épaisseur, posées diagonalement, et d'une seconde cuirasse de 2 pouces et demi, posée selon la diagonale inverse, une doublure en bois séparant les deux cuirasses métalliques. Par ce très simple moyen, il fut converti en ce vaisseau formidable qui attaqua si victo-

<sup>1</sup> Sans contester la haute compétence et la véracité de M. Scott Russell, nous prendrons la liberté de lui rappeler que l'*Artisan*, de mars 1862, page 69, et les journaux de juin-juillet dernier, ne disent pas précisément la même chose. E. P.

rieusement le *Congrès* et le *Cumberland*, et les détruisit en si peu de temps à l'aide de son éperon et de ses bombes.

Le *Monitor*, improvisé par Ericson en trois mois, a 160 pieds (48<sup>m</sup>75) de long, 40 (12<sup>m</sup>18) de large et 6 (1<sup>m</sup>83) de profondeur. Il porte une tour rotatoire en fer de 6 pouces d'épaisseur contenant deux canons de gros calibre. Le résultat de la bataille nous a donné la solution des deux questions : 1° que les vaisseaux de bois ne peuvent tenir un instant contre les vaisseaux cuirassés, témoin l'attaque du *Merri-mac* ; 2° que les vaisseaux de bois, même cuirassés en fer, ne peuvent résister aux vaisseaux de fer cuirassés de fer, témoin la lutte du *Monitor* et du *Merrimac*, qui dut se retirer sans avoir pu entamer le premier.

Le système du capitaine Coles fut développé devant l'amirauté en 1859, longtemps avant la construction du *Monitor* ; les deux batteries se ressemblent assez, mais celle du capitaine tient mieux la mer et porte douze canons. La tour du capitaine a un toit conique ou sphérique, d'où le nom de *coupoles*, et porte un ou deux canons d'Armstrong de 100 livres ; la construction en est bien supérieure à celle du *Monitor*, mais cependant l'orateur ne trouve pas que ce système soit capable de rivaliser avec celui du *Warrior*.

En terminant, l'orateur déplore le temps qui a été perdu par les indécisions de l'amirauté, et dit que la France a su mettre à profit ces délais par des expériences pratiques, de sorte qu'elle a aujourd'hui trois années d'avance, par la construction de la *Gloire*, sans compter ce qui se construit dans les arsenaux et peut en sortir d'un moment à l'autre.

Tel est ce discours, dont le point principal est que l'Angleterre, ayant par ses hésitations laissé la France la devancer, doit absolument rattraper le temps perdu par une construction rapide et considérable de *Warriors*. Or, la question est fort sérieuse, car il avoue lui-même qu'un seul *Warrior* coûte au moins 12 millions, et il est clair que les perfectionnements apportés dans chaque nouveau navire le rendront plus coûteux. Peut-être objectera-t-on qu'il faudra moins de vaisseaux de ligne, puisqu'ils sont si puissants. D'abord, une seule guerre maritime pourra le démontrer ; pour notre compte, nous en doutons ; car il nous paraît fort problématique qu'un vaisseau de ligne cuirassé puisse jamais faire de voyages aussi longs et aussi rapides que ceux des vaisseaux de bois.

Si le lecteur n'est pas trop fatigué, nous extrairons de la *Chicago Tribune*, du 15 juillet, le récit des exploits de l'*Arkansas*, autre monstre cuirassé, près de la Nouvelle-Orléans :

« Vers trois heures cinquante minutes, les canonnières *Carondelet* et *Tyler* et le bélier *Queen of the West* remontèrent la rivière à quel-



que distance. Depuis quelques jours, le bruit courait que l'*Arkansas* se préparait à paraître; mais presque tout le monde en riait. Cependant, les commandants semblaient y attacher quelque croyance, et ces bateaux furent envoyés en éclaireurs. En entrant dans le Yazoo, le béliet prit la tête, le *Carondelet* suivit, et le *Tyler* formait l'arrière-garde.

» Après cinq milles de marche, les canonnières furent surprises de voir le béliet redescendre à toute vapeur, en jetant ces mots au *Carondelet* : Voilà l'*Arkansas* ! Et, en effet, une espèce de monstre long, bas et noir, avec une cheminée courte et massive, vomissant des torrents de fumée, arriva droit sur le *Carondelet*. Impossible de se retourner, même si le capitaine Walker l'eût voulu, mais il n'en avait pas la moindre idée; il fit donc une demi-conversion et lança sa bordée sur le monstre. Imaginez la consternation, lorsqu'on vit les boulets rebondir dans l'eau ! « Re commençons ça ! » s'écria le capitaine, et une nouvelle bordée est lâchée, à cinquante mètres cette fois, mais sans plus de résultat. L'*Arkansas* arriva sur le *Carondelet* avec un choc épouvantable, faisant feu coup sur coup d'une façon terrible. Le *Carondelet* ripostait avec des boulets de gros calibre, mais en pure perte. Il n'y avait pas le moindre trou visible, rien qu'une petite ouverture ronde qui, pour pointer, se mouvait avec le canon. Le capitaine Walker appela sa brigade d'abordage, qui sauta sur l'*Arkansas*; mais on ne put trouver aucune ouverture. Il fallut retourner aux canons, mais sans résultat. L'arrière de la canonnière fut littéralement arrachée du reste du vaisseau. Un boulet coupa le tuyau de vapeur en deux, et l'eau bouillante se répandit dans tout le navire. Plusieurs hommes sautèrent à la mer. Le capitaine Walker tenta de nouveau l'abordage, mais sans plus de succès. Le capitaine retourna donc à son bâtiment, qui n'était plus qu'une ruine.

» De son côté, l'*Arkansas* considérant sa victime comme achevée, poursuivit le *Tyler*, jusque dans la flotte fédérale, qui, par une singulière fatalité, ne comptait pas un seul bateau ayant pour le moment assez de vapeur pour pouvoir se mettre en mouvement, et, de plus, était rangée de telle façon, qu'il était impossible de tirer sans atteindre ses propres vaisseaux. La flotte de béliet se disperse dans toutes les directions. Arrive enfin ce terrible *Arkansas*, qui pique droit sur le centre de la flotte. Pan ! Un coup sur le *Great-Western*, et un autre sur les béliet fugitifs; puis, il passe devant le *Richmond*, dont la magnifique batterie de Dahlgrens de 9 pouces est réduite au silence, à cause du voisinage du *Dickey*. Encore deux coups pour le *Richmond*, puis deux autres pour le *Champion* et la flotte commandée par Farragut. Rien n'arrête sa marche toujours égale, ni son tir toujours infailible. Le voilà au cœur de la flotte. Il arrive sur le *Hertford*, qui est aussi

dans la position du *Richmond*, et ne peut tirer sans compromettre le navire hôpital *Red-Rover*, qui est près de lui.

» L'*Onéida* tire bien des boulets de 44 pouces, le *Wenona* et le *Wis-sahicon* l'agacent, mais rien n'y fait. Il n'y a donc pas moyen d'entamer ce monstre ? Les boulets répondent en tombant dans l'eau. Sa course est presque finie ; il ne reste plus qu'un navire qui puisse l'arrêter, c'est le *Cincinnati*, qui fait bonne garde à la pointe. Tous les yeux sont tournés vers lui, car une répétition semble inévitable. En avant ! continue l'*Arkansas*, comme Antée, recueillant de nouvelles forces à chaque pas. Sûr de sa proie, il marche directement sur elle. Le *Cincinnati* fait à peine assez de vapeur pour tenir contre le courant, mais il file son câble et se dirige vers le Mississipi ; l'*Arkansas* cherche à lui couper le chemin, lorsqu'une canonnière ouvre un feu vif et nourri contre le rebelle, à courte portée ; les carabines de Parrot ont l'air de faire de l'effet, mais les autres projectiles retombent sans résultat. Le bélier l'écrase de son feu, et semble avoir gain de cause ; mais au moment où tout le monde s'attend au choc, l'*Arkansas* vire de bord, lâche une dernière bordée et laisse bientôt le *Cincinnati* loin derrière lui.

» La canonnière l'avait attiré dans un bas fond, ce qui n'était pas de son goût. Le *Cincinnati*, assisté du *Wenona*, entretient un feu incessant jusqu'à ce que l'*Arkansas* ait entièrement disparu. Cette hardiesse et cette audace sans pareille a conquis l'admiration de tous. Jamais on ne vit, et sans doute on ne verra chose semblable. En plein jour, au milieu de plus de cent canons, ce monstre poursuivait lentement et résolument son chemin, choisissant sa victime à son gré et jetant le gant à la flotte combinée. C'est là un exemple de courage froid et audacieux, et le nom de Catesby Jones, son commandant, ira grossir la liste « des hommes sans peur ». Il doit aussi son succès au concours des circonstances. Tout était contre nous. L'*Essex* avait découvert qu'une chaudière était hors de service et la faisait remplacer dans le moment ; le *Louisville* était en réparation ; le *Sumpter* faisait réparer ses tuyaux, et les navires en état ne pouvaient combattre, de peur de tirer sur leurs propres troupes. Quoi qu'il en soit, l'*Arkansas* est sauvé ; mais il peut ne pas l'être une autre fois. »

Le *Lancastre* a reçu un boulet dans sa chaudière ; le *Dickey* a été frappé trois fois ; le *Champion*, trois fois ; le *Great Western*, une fois.

En outre, 34 tués, 66 blessés et 23 manquants ; total : 123 victimes.

Voilà un beau sujet de méditation pour les constructeurs ; car on a beau dire qu'il vient un moment où le monstre peut être entamé, il n'en est pas moins vrai qu'il a le temps de faire des dégâts considérables. Or, supposez deux de ces aimables joujoux se glissant et folâtrant

au milieu d'une flotte, ce sera pour eux une petite récréation que de la démolir en entier.

Nous ne sommes pas militaire, nous avons même assez peu le goût des études de ce genre, et cependant nous demanderons pourquoi l'on s'obstine, pour combattre les navires cuirassés, à employer des boulets *sphériques*, que l'on est obligé, pour obtenir un très imperceptible résultat, de faire d'un volume et d'un poids énormes? Ces augmentations ne pourraient-elles pas être, dans les boulets, comme dans les balles de fusil, compensées par une forme *conique*, de sorte que le boulet, terminé par un cône d'acier et mû par une charge suffisante de poudre, parviendrait à laisser une trace plus ou moins profonde sur la carapace, si même il ne la pénétrait pas du premier coup? Les plaques exposées chez nos armuriers démontrent d'une manière graphique des plus significatives ce que peuvent les balles coniques; y a-t-il quelque chose qui empêcherait des boulets coniques d'en faire autant?

ENDYMION PIERAGGI.

---

## SUR LA LIAISON DU MAGNÉTISME TERRESTRE

AVEC LES PHÉNOMÈNES COSMIQUES<sup>1</sup>

Il est bon de remarquer que le caractère des variations du nombre des taches du soleil et de celui des perturbations magnétiques n'est pas déterminé d'une manière aussi précise qu'on pourrait le supposer, quand on voit déclarer que certaines années sont remarquables par le minimum de ces deux phénomènes. On peut dire, d'une manière générale, que les années qui se terminent en 3, 4 et 5, sont, pour la plupart, des époques déterminées par cette double coïncidence; de même les années qui se terminent en 8, 9, sont, pour la plupart, déterminées par la coïncidence des extrêmes opposés, le maximum du nombre des taches et celui des perturbations magnétiques. Alors il ne se passe presque pas de jours où l'on n'ait constaté la présence de quelques taches plus ou moins visibles. Les années intermédiaires, c'est-à-dire celles qui se terminent par 6 et 8 d'une part, et par 6 et 7 de l'autre, sont généralement des années moyennes, les deux premières montrant une progression décroissante, et les deux dernières une progression croissante. La différence entre les nombres d'années de maximum et de minimum est approximativement de 5 à 2.

<sup>1</sup> Lecture prononcée en mars 1862 dans la salle du sénat de l'université de Cambridge par le major-général Sabine.

Dans notre ignorance entière de la nature des changements physiques qui surviennent dans la photosphère du soleil, nous ne sommes pas en état d'affirmer que les variations qui se sont manifestées avec tant de régularité depuis l'époque où les observations de M. Schwallée ont commencé (1826), auront lieu avec la même ponctualité pendant les années suivantes, même dans le cas où elles se soutiendraient encore pendant un cycle d'années. Nous ne devons pas annoncer trop affirmativement qu'il en sera de même dans la suite. Mais si des variations de cette nature ont lieu dans les phénomènes des taches solaires, nous sommes en droit de supposer qu'elles seront accompagnées par des anomalies correspondantes dans les variations magnétiques, si toutefois la liaison causale qui existe entre ces deux genres de phénomènes est aussi intime que nos observations permettent de l'affirmer jusqu'à ce jour. <sup>1</sup>

Dans une découverte aussi inattendue et aussi récente que celle de la connexion cosmique des perturbations magnétiques, on ne doit négliger aucun moyen pour connaître le mode dont le soleil produit les perturbations magnétiques dont nous sommes à même de constater les effets. La route le long de laquelle nous pouvons nous avancer sûrement, mais laborieusement, est l'étude patiente et soigneuse des effets eux-mêmes, en appliquant le mode d'analyse qui doit nous sembler propre à nous aider dans l'intelligence de ces lois. C'est par ces moyens que nous avons déjà fait quelques pas sur une route qui semble mériter d'être poursuivie plus systématiquement que les circonstances n'ont encore permis de le faire. Ainsi, les perturbations constatées à une station individuelle peuvent se résoudre en six catégories distinctes : celles qui poussent l'aiguille à l'est ou à l'ouest, celles qui augmentent ordinairement la force totale. L'analyse complète a été faite sur quelques points particuliers, et elle confirme les conclusions auxquelles Gauss est arrivé, que les phénomènes de chacune de ces catégories différentes obéissent à des lois distinctes et indépendantes les unes des autres. Les recherches nécessaires pour les déterminer sont lentes et pénibles, et ceux qui s'y adonnent ne doivent jamais perdre de vue les paroles du grand géomètre : « Ce sera un véritable triomphe pour la science si, à une époque future, nous parvenons à arranger les lois compliquées qui régissent le phénomène, à séparer les forces individuelles dont elles sont le résultat, et à assigner la source et la mesure de chacun de ces éléments différents. »

Il est facile de voir que nous avançons dans la solution de ce pro-

<sup>1</sup> Il résulte d'une lettre de M. Schwallée, insérée, en 1836, dans les *Nouvelles astronomiques*, que le nombre des taches semble avoir été moindre qu'on n'aurait dû le supposer à l'inspection des périodes correspondantes de 1826 à 1830. La somme des perturbations magnétiques (voir la série de Nertchinsk) indique une anomalie de même nature et de même cas.



blème, et l'on peut montrer que les résultats déjà obtenus méritent confiance et doivent être considérés comme la véritable représentation des faits naturels. En effet, le diagramme représentant les variations orientales et occidentales de stations séparées par un arc de grand cercle de près de 180 degrés, Hobart-Town, en Tasmanie et Kew en Angleterre donnent des lignes presque identiques dans leur allure générale <sup>1</sup>.

Pendant douze heures, c'est-à-dire pendant la moitié de la journée, les perturbations orientales ont à peu près la même valeur d'heure en heure; mais de cinq heures à sept heures, les variations accroissent très notablement d'amplitude, de sorte que la courbe qui les représente affecte la forme du profil d'une montagne. Le maximum arrive à la même heure à Hobart-Town et à Kew, mais cette coïncidence ne paraît pas avoir lieu d'une manière générale, et toutes les stations ne l'indiquent point pour la même heure astronomique. Il est de plus très remarquable que la courbe des déviations orientales n'offre aucune analogie de forme avec celle des déviations occidentales. Ce qui est singulier, c'est que la forme commune de la courbe des déviations orientales de Kew et d'Hobart-Town appartient aux déviations occidentales de l'Asie septentrionale de Pekin et de Nertchinsk en Sibérie. Dans toutes les stations de l'Amérique du Nord, les perturbations orientales sont les plus intenses, tandis que le contraire a lieu dans l'Asie orientale.

On peut donc distinguer des caractères spécifiques dans les perturbations produites par le soleil dans les différentes régions de la terre, et comme ces différences ont un caractère véritablement propre à chaque station, rien n'empêche d'espérer que l'on arrive à établir ultérieurement d'importantes généralisations.

On peut dire des deux autres éléments magnétiques ce qui a été affirmé à propos de la déclinaison, avec cette seule différence que la constatation de leurs irrégularités est beaucoup plus pénible.

Nous devons encore signaler une autre distinction importante, c'est que la somme des perturbations varie considérablement avec la latitude: elle est petite dans les régions intertropicales, et augmente notablement dans les latitudes moyennes; mais la vitesse de cet accroissement dépend d'un autre élément que de la latitude; car, à mesure que l'on approche des hautes latitudes, la disproportion devient immense entre les divers méridiens. L'inspection des résultats constatés, conduit fatalement à admettre qu'il y a des points indiqués comme possédant

<sup>1</sup> Nous supprimons quelques détails fort intéressants, que donne ici le major général Sabine, mais qui ne seraient pas intelligibles sans le secours des dessins qu'il donne à la suite de son mémoire.

des perturbations magnétiques d'une intensité extraordinaire; on dirait que l'influence perturbatrice entre par ces localités et se propage au loin avec une influence décroissante. On trouve, par exemple, une localité de cette nature dans l'Amérique nord-ouest. Des observations horaires, tentées à Point-Barrow pendant dix-sept mois consécutifs compris dans les années 52, 53, 54, montrent des perturbations magnétiques incomparablement plus grandes que toutes celles que nous connaissons, soit dans le Canada, soit dans le territoire de la baie d'Hudson, soit dans les hautes latitudes arctiques. Cependant ces perturbations sont elles-mêmes supérieures à toutes celles qui correspondent aux mêmes latitudes, de ce côté de l'Atlantique.

Point-Barrow n'est pas moins remarquable pour l'extraordinaire multiplicité des aurores boréales, phénomène connexe avec les perturbations magnétiques.

Pendant six mois d'hiver, trois en 1852, 1853, et trois en 1853, 1854, on a vu des aurores pendant le tiers du temps qu'ont duré les observations horaires. Cette proportion, bien supérieure à celle qui a été constatée ailleurs, démontre surabondamment que cette localité est singulièrement magnétique.

II. — Le second fait cosmique, dont je désire vous entretenir, nous a été révélé par la découverte d'une inégalité semi-annuelle dans les variations diurnes de la déclinaison. Après avoir fait des observations horaires, à une station quelconque, et éliminé les principales perturbations en employant les moyens que nous avons cherchés à faire connaître, on peut réunir les résultats en tables correspondant à chaque mois de l'année, et montrant la position normale de chaque heure. Une fois ce travail terminé, on reconnaîtra aisément que ces tables se partagent en deux groupes : celle qui comprend les six mois pendant lesquels le soleil se meut dans les signes nord du zodiaque, et celle qui comprend les six mois pendant lesquels le soleil est dans les signes sud.

La différence des variations diurnes, mises en évidence par ces deux catégories, est d'un caractère marqué, et est toujours le même dans quelque partie du globe que soit située la station. Par conséquent, il existe une variation semi-annuelle coïncidant aussi exactement que possible avec les équinoxes. Une variation de même ordre a été reconnue pour les autres variations magnétiques, et je ne peux pas omettre d'en parler, quoiqu'elle ait un caractère moins net et moins précis, car elle est de nature à faire beaucoup réfléchir mes auditeurs.

On a trouvé qu'il y a une faible augmentation dans la force directrice du globe au moment où la terre s'approche du soleil, et que, par

conséquent, l'inclinaison et l'intensité sont plus grandes en décembre qu'au mois de juin. Cet effet ne peut être attribué à l'influence des saisons, puisque leur ordre est renversé dans les deux hémisphères. Quoique la grandeur absolue de la différence soit petite, elle est assez considérable pour dépasser la limite des erreurs possibles. Elle a été mise en évidence, pour la première fois, par le témoignage de plusieurs années d'observations simultanées faites à Toronto et à Hobart-Town. Les observations faites à Kew, pendant les cinq dernières années, ont fourni, pour l'hémisphère boréal, une pleine confirmation des résultats déjà recueillis. Il serait désirable d'avoir une confirmation nouvelle du même fait, par des observations également exactes, continuées pendant un certain nombre d'années dans l'hémisphère Sud, et à une latitude analogue à celle de Hobart-Town <sup>1</sup>.

III. — En considérant à chaque heure de la journée la moyenne des observations purgées de toutes les perturbations, l'inégalité semi-annuelle dont nous avons récemment parlé, devient une *variation diurne moyenne* dont il est facile de reconnaître l'origine cosmique, d'abord parce que sa période est un jour solaire, et ensuite parce que sa valeur absolue est sujette à des variations annuelles qui coïncident avec les périodes des variations décennales des taches du soleil. Mais nous trouvons des lois spécifiques qui ont une allure toute spéciale qui prouvent que, malgré la communauté d'origine, il y a une différence profonde dans le mode suivant lequel se produisent ces différents phénomènes. En éliminant la portion extraordinaire de ces perturbations, nous trouvons qu'elles sont substantiellement les mêmes dans toutes les latitudes moyennes du même hémisphère. Dans tout l'hémisphère nord l'aiguille arrive au maximum de ses excursions occidentales à huit heures du matin, et, de ses excursions orientales, entre une ou deux heures; puis elle retourne à sa position moyenne vers sept heures du soir. Pendant toutes les heures de nuit l'aiguille est comparativement tranquille.

Les courbes pour Toronto, Kew, Philadelphie, Nertschinsk, stations disséminées sur toute l'étendue de l'hémisphère nord et ne pré-

<sup>1</sup> Ce qui peut avoir lieu, au Chili, à l'observatoire de Valparaiso ou de Santiago. S'il est vrai, comme l'ont supposé certains physiciens (Voir le travail que M. Fonvielle a publié sur cette question), que tous les phénomènes de l'électricité terrestre sont dus à des phénomènes d'induction produits par les mouvements de la terre et des astres autour du soleil, aimant central de notre système, il est très important de déterminer l'ordre de grandeur des différentes perturbations magnétiques. En effet, d'après les lois de l'induction, ces effets doivent être proportionnels à l'intensité des mouvements célestes qui les produisent.

Il serait donc très intéressant de connaître exactement la fraction de l'action totale que représente cette variation évidemment due à l'augmentation et à la diminution périodique des rayons vecteurs.

(Note du traducteur).

sentant aucune analogie de situation géographique, offrent entre elles la plus grande analogie. Elles ressemblent à celles des variations périodiques de la déclinaison orientale, en ce sens qu'elles n'ont qu'un seul maximum et qu'un seul minimum. Toutefois, l'heure de ce maximum varie d'un méridien à l'autre pour les variations de déclinaison, tandis que ces deux points remarquables semblent correspondre aux mêmes heures pour les variations horaires.

Major-général SABINE.

---

### ENCORE LA COMÈTE II<sup>e</sup> DE 1862

Voici, sur la nouvelle comète, une troisième note de M. Chacornac qui complète les intéressants détails dont ce savant observateur a déjà fait part au public. Le temps et la place nous avaient manqué pour la donner dans notre dernier numéro.

Nous sommes heureux d'ailleurs de pouvoir enrichir le texte de cette notice des beaux dessins exécutés par M. Chacornac lui-même, d'après ses propres observations, dessins qu'il a bien voulu nous communiquer, et que le journal *l'Illustration* du 6 septembre 1862 a reproduits, après les avoir fait graver avec le soin qui distingue ce vétérane de la presse illustrée, de ses imitateurs.

AMÉDÉE GUILLEMIN.

---

La comète continue à présenter des phases intéressantes dans le développement de ses aigrettes.

En suivant attentivement la forme des jets vaporeux qui s'échappent par intermittence du noyau, je viens de remarquer un fait plus étrange que ceux signalés dans les notes précédentes. Dans la dernière, par exemple, j'indiquai qu'un de ces jets ou rayons, lancé d'abord dans la direction du soleil, s'en écartait ensuite dans le sens opposé au mouvement de la comète, puis, que le lendemain, on le retrouvait dans une autre direction, faisant un angle avec la première. Les derniers beaux jours qui viennent de s'écouler m'ayant permis de suivre pendant des nuits entières les transformations des divers jets qui se sont dégagés du noyau dans cet intervalle de temps, je viens rétablir l'ordre véritable de la succession des phénomènes.

Il est nécessaire de dire tout d'abord que le rayon dirigé la veille à peu près directement au soleil, n'était plus celui retrouvé le lendemain infléchi dans une direction opposée au mouvement de la comète; ce dernier étant un nouveau rayon émis par le noyau dans cette direction même. Du 17 au 20 août, je soupçonnais déjà l'identité de ces deux rayons, à cause des ap-



parences alternativement rectilignes et nettes, ou courbes et diffuses qu'ils avaient présentées; mais, suivant l'opinion de Bessel, qui avait remarqué un balancement dans l'axe de l'aigrette de la comète de Halley, je crus à quelque mouvement analogue dans les variations de l'aigrette de la comète actuelle, dont toutes les apparences, du reste, semblaient confirmer cette analogie.

Trois nuits, pendant lesquelles le ciel resta complètement couvert, ayant, en outre, interrompu les observations, je restai dans cette croyance jusqu'au 22.

A cette époque, le ciel étant redevenu beau, je pus suivre de neuf heures du soir jusqu'au lendemain quatre heures du matin, les moindres variations de forme qu'offrit un jet dirigé à peu près directement au soleil

et saisir la nature des changements de l'aigrette.

Dans la nuit du 25 au 26 août, ayant pu répéter la même observation et revoir dans la soirée du même jour la forme d'un nouveau rayon, il ne me reste plus de doute sur le mode de développement suivi par les jets antérieurs et ceux-ci. Voici sommairement la véritable interprétation des phénomènes :

Le noyau de la comète émet périodiquement, dans la direction du soleil, un jet gazeux d'où s'échappent des particules de matières cométaires, comme s'échappe d'un piston de machine un jet de vapeur. Ce jet conserve



Fig. 2.—Aspect de la tête de la comète, le même jour, à neuf heures du soir.

pendant un certain temps des formes rectilignes, comme si une force de projection considérable résidant dans le noyau lançait les particules dans cette direction; puis il s'infléchit un peu, prenant la forme d'un cône lé-



Fig. 1. — Apparence des parties les plus brillantes de la tête de la comète, le 23 août, à une heure du matin.

gèrement cintré. A ce moment, la matière cométaire s'accumulant à l'extrémité du jet, la plus rapprochée du soleil, forme une espèce de nuage à contours arrondis, qui sembleraient indiquer qu'à cette distance du noyau, la force de projection est vaincue par une résistance qui lui est opposée; refluant alors de part et d'autre, ainsi que le fait un jet de fumée refoulé par le vent, cette matière se répand en nappe de niveau, dont l'écoulement a lieu dans la direction de la queue.



Fig. 3. — Apparence des parties les plus lumineuses de la comète vues dans le grand télescope de M. Foucault, le 23 août, à neuf heures du soir.

Peu à peu le cône vapoureux, dont l'axe et le sommet ont toujours paru les portions les plus lumineuses, prend un aspect diffus, nébuleux comme si une épaisse atmosphère le voilait davantage; l'éclat

du centre s'affaiblit, celui des côtés augmente et le cône s'élargit. L'aspect diffus continuant d'augmenter, le jet gazeux se déforme, la lumière de l'axe disparaît et tout semble indiquer que l'émission nucléaire a cessé de se produire dans cette direction. Le noyau apparaît rond, brillant. A cette époque, dans un angle de position incliné sur le rayon vecteur de 30° degrés environ, vers l'est, apparaissent les premières traces d'un nouveau jet qui succède à celui-ci et à mesure que celles-ci deviennent plus apparentes, le jet vapoureux dirigé primitivement au soleil continue de s'élargir en se courbant de plus en plus,

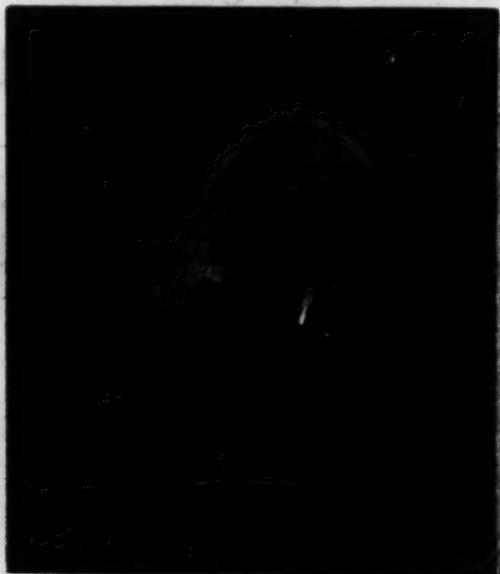


Fig. 4. — Aspect de la comète le 24 août à neuf heures du soir, époque de son passage au périhélie.

jusqu'au moment où, déformé insensiblement, il se réduit à un léger brouillard étalé, conservant à peine les traces de sa forme et de sa direction primitives. Dans cet état, l'enveloppe hémisphérique qui entoure l'ai-

grette est précisément plus brillante, mieux limitée dans la partie correspondante au rayon diffus en voie de dispersion, que partout ailleurs.

Dans la période de temps où le rayon dirigé au soleil s'est dispersé, le nouveau s'est développé progressivement comme le précédent, c'est-à-dire que le noyau s'est allongé peu à peu sous la forme d'un cône, dégageant des particules gazeuses de toutes les parties de sa surface, lesquelles, en s'élançant suivant la direction de l'axe, ont formé le nouveau jet que, seize heures plus tard, on retrouve à la même phase que celui-ci. On peut suivre sur ce nouveau rayon les mêmes changements que ceux décrits pour le précédent, en remarquant toutefois que ce nouveau jet gazeux alimente la partie orientale de l'enveloppe hémisphérique et l'autre branche de la queue.

D'après les observations que le temps m'a permis de faire, ces émissions nucléales auraient eu lieu alternativement depuis le 9 août, et, à chaque rayon dirigé au soleil ou dans une position voisine, aurait succédé un autre rayon incliné sur celui-ci, en sorte que le nombre des jets vaporeux émis par le noyau, depuis cette époque jusqu'au 26 à dix heures du soir, s'élèverait à treize.

Depuis l'époque du passage de la comète à son périhélie, le jet qui correspondait à peu près à la direction du rayon vecteur s'est incliné peu à peu dans l'ouest, de manière que l'autre jet, tourné vers l'est se dirige actuellement au soleil.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nous devons faire suivre cette notice d'une rectification. Sur la foi d'une lettre de M. Bulard et de nos souvenirs incomplets, nous avons baptisé la comète en question de COMÈTE III<sup>e</sup> de 1862. Le fait est que c'est bien la seconde, et voici pourquoi : la comète découverte le 8 janvier par M. Winnecke, de Poulkova, l'avait été déjà, en Amérique, par le même M. Tuttle, qui a joué le même tour aux astronomes d'Europe pour la nouvelle comète.

Nous avons souri de la déception des observateurs de Florence, et surtout de Rome. Pour notre péché, nous tombons dans une méprise semblable, si futile d'ailleurs, qu'elle ne mérite aucune sorte d'indulgence.

A. G.

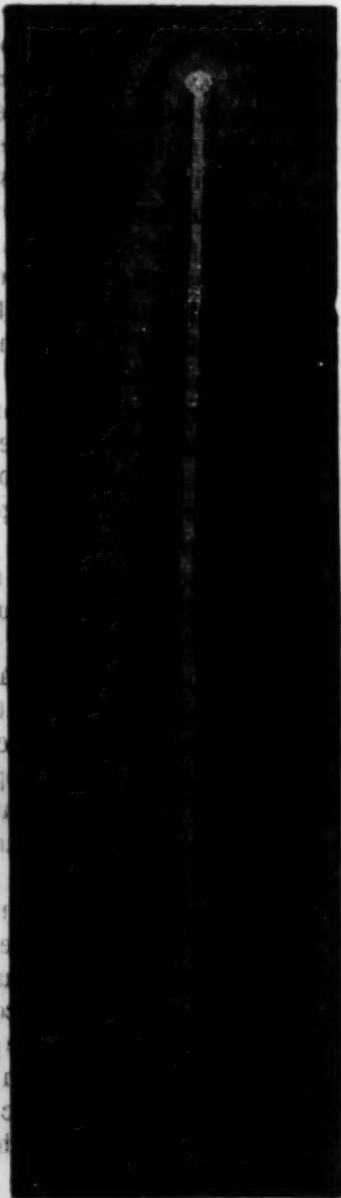


Fig. 3. — Vue d'ensemble de la comète.

## BIBLIOGRAPHIE MATHÉMATIQUE <sup>1</sup>

Sous le titre : *Applications d'analyse et de géométrie*, M. le général Poncelet vient de publier, tels qu'il les écrivit en 1813, les cahiers qui contiennent les recherches originales sur lesquelles repose son grand *Traité des propriétés projectives*. Ce fut le fruit de ses loisirs pendant la dure captivité qu'il subit en Russie, après avoir été laissé pour mort sur le champ de bataille de Smolensk. Cet ouvrage, qui aurait pu, comme le dit l'auteur dans sa préface, être intitulé *Mémoires d'outre-Tombe*, s'il n'y avait tant de raisons pour écarter cette dénomination fastueuse, appartient plus à l'histoire de la science qu'à la science elle-même, car il ne contient, dans son texte propre, rien d'essentiel qui ne soit déjà dans le traité des propriétés projectives. M. Poncelet ne l'a sans doute livré à l'impression que pour rappeler ses droits de priorité à la découverte des principales théories de la moderne géométrie supérieure et avoir une occasion de juger les travaux de ceux qui ont marché sur ses traces ou qui s'en sont écartés.

A ce titre, il a une véritable actualité, car les livres qui traitent de la géométrie supérieure négligent beaucoup trop les méthodes d'invention si faciles et si fécondes de M. Poncelet; nous en avons fait l'expérience à nos dépens, car nous n'avons trouvé qu'épines dans cette science jusqu'au jour où nous avons lu, pour la première fois, le traité des propriétés projectives.

Ces méthodes consistent à ramener les figures, par la perspective, à d'autres plus simples. Toutes les propriétés des sections coniques se déduisent ainsi de celles du cercle, qui sont plus faciles à démontrer et parfois intuitives, et les propositions qui concernent les lignes concourantes se ramènent à d'autres qui sont relatives à des lignes parallèles. Les propriétés des transversales, par exemple, deviennent ainsi presque évidentes.

Leur avantage est donc, non-seulement d'étendre le champ de la géométrie pure, mais encore de la rendre accessible à ceux qui redoutent la complication des figures.

Tout ce qu'on a pu dire contre elles, c'est qu'elles n'ont pas le caractère de rigueur parfaite; mais on fait voir par la géométrie analytique, une fois pour toutes, qu'aucune erreur ne peut résulter de leur emploi. Elles sont donc rigoureuses, mais ne se suffisent pas à elles-mêmes, et c'est une chose que M. Poncelet, adversaire assez prononcé de l'analyse, voit évidemment avec peine. Une addition importante de M. Moutard, claire et concise, vient donner la démonstration dont nous parlons, en établissant que la mise en perspective

<sup>1</sup> Avec addition de MM. Mannheim et Moulard. — Un volume, chez Mallet-Bachelier, 1862.



d'un lieu équivalent toujours à une substitution linéaire effectuée dans son équation. Il passe également en revue, dans cette addition, les nouvelles méthodes qui se sont introduites depuis peu dans la géométrie analytique, et qui ne sont encore enseignées en détail dans aucun ouvrage français.

Nous mentionnons particulièrement les problèmes sur les polygones inscrits ou circonscrits à des coniques et assujettis à certaines conditions, problèmes qui sont traités fort au long dans le texte et dans les notes. La troisième note de M. Moutard se recommande spécialement à l'attention des analystes ; on y résout, au moyen des fonctions doublement périodiques et par la méthode donnée par M. Liouville pour étudier celles-ci, le problème : Trouver la courbe enveloppe du côté libre d'un polygone de  $n$  côtés, dont les autres côtés touchent une conique donnée et dont les sommets décrivent une autre conique donnée. — Dans une autre note, qui est de M. Mannheim, on démontre par la géométrie seule, diverses propriétés nouvelles ou anciennement connues de mêmes polygones.

Les notes de l'auteur et sa préface donnent encore beaucoup d'intérêt à l'ouvrage. Nous ne le suivrons pas dans ses attaques contre les *géomètres algébristes*, qu'il semble flétrir en leur donnant ce nom très honorable ; nous relèverons seulement un point de la préface. Tout le monde sait que M. Poncelet s'est plus occupé de mathématiques appliquées que de mathématiques pures et qu'il est plus connu par ses travaux sur la mécanique industrielle que par ses travaux géométriques. Aujourd'hui, il pèse la gloire qu'il a acquise dans l'une et l'autre carrière et cherche à se justifier d'avoir abandonné, pour se rendre utile au plus grand nombre, les sciences vers lesquelles l'entraînaient « ses » goûts et ses instincts primitifs, et dont la culture approfondie réclame un esprit dégagé de tout intérêt terrestre ». M. Poncelet n'avait, certes, pas besoin de justification, après tout ce qu'il a fait pour populariser la science ; mais le chagrin du savant qui regrette, à la fin d'une carrière si bien remplie, de n'avoir pas choisi la meilleure part, nous paraît un fait bon à citer aux détracteurs des sciences pures.

*Nouvelle théorie des variables imaginaires*, par M. Maximilien Marie. — M. Marie vient de résumer, dans une petite brochure de deux feuilles, la série de mémoires sur les imaginaires qu'il a insérées depuis quatre ans dans le journal de M. Liouville. Ces mémoires sont eux-mêmes le résultat de vingt années de travaux persévérants, entrepris et heureusement poursuivis à l'encontre du sentiment de la plupart des géomètres. — Ce qu'il appelle nouvelle théorie n'est pas, à proprement parler, une *théorie*, mais bien une nouvelle méthode géométrique pour étudier les fonctions de variables imaginaires qu'il oppose à celle de Cauchy. Est-elle préférable en général ?

Nous ne le croyons pas, mais elle est autre, et cela seul est déjà un mérite, car chacune des méthodes que l'on instituera pour cet objet aura des avantages qui lui sont propres, et il n'est pas nécessaire qu'elle possède en outre ceux des autres. La méthode de M. Marie est plus compliquée que celle de Cauchy, mais elle est néanmoins très naturelle.

Soit  $f(x, y) = 0$  l'équation d'un lieu plan réel, et soit  $x = \alpha + \beta\sqrt{-1}$ ,  $y = \alpha' + C\beta\sqrt{-1}$  une solution imaginaire de cette équation,  $C$  étant un nombre réel; le lieu des points dont les coordonnées seront  $x_1 = \alpha + \beta$ ,  $y_1 = \alpha' + C\beta$  sera une courbe que M. Marie appelle *conjuguée imaginaire* du lieu  $f(xy) = 0$ . A chaque valeur de la *caractéristique*  $C$  correspondra une conjuguée distincte; une courbe réelle a donc une infinité de conjuguées.

Il est facile de s'assurer qu'une transformation quelconque de coordonnées n'altère ni la forme ni la position de ces conjuguées, et que si l'on prend pour axe de  $y$  la droite  $y = Cx$ , ou ses parallèles, les abscisses des points de la conjuguée qui a pour caractéristique  $C$  deviennent réelles. Les droites  $y = Cx + d$  sont nommées *cordes réelles* de la conjuguée. La courbe réelle est une enveloppe de ses conjuguées.

Les mêmes considérations s'étendent à l'espace à 3 dimensions.

A chaque propriété géométrique des conjuguées correspond une propriété analytique des solutions imaginaires de l'équation donnée. L'étude de celles-ci se trouve donc ramenée à la géométrie, c'est-à-dire à quelque chose de concret et saisissable, et l'on conçoit sans peine les avantages qui peuvent en résulter.

En cherchant, par exemple, ce qui, dans son système, correspond aux intégrales prises entre des limites imaginaires, M. Marie retrouve avec la plus grande facilité la double périodicité des fonctions elliptiques, et quelques propriétés nouvelles de ces fonctions; il arrive de même à découvrir des propriétés des intégrales multiples qui n'étaient pas connues avant lui.

Il applique également ses instruments d'investigation à la recherche des conditions de convergence de la série de Taylor. Cauchy a démontré rigoureusement que le développement d'une fonction suivant cette série est convergent tant que le module de  $x$  n'atteint pas le module de la plus petite valeur de  $x$ , pour laquelle la dérivée de la fonction cesse d'être finie et déterminée; mais il eut le tort d'affirmer que la série devient alors nécessairement divergente. M. Marie le fait bien voir; mais il se méprend lui-même singulièrement quand il s'imagine que Cauchy était en dehors des vrais principes de la question; il serait plus exact de dire que ce sont ses procédés, à lui, qui ne suffisent pas à la démonstration du théorème de Cauchy. Quant à la règle que donne M. Marie pour fixer la limite de convergence, elle nous paraît vrai-

semblable; nous ne pouvons émettre une autre opinion sur elle, parce que le volume du *Journal de mathématiques*, qui en contient la démonstration, ne se trouve pas encore dans les bibliothèques publiques où nous l'avons cherché.

— *Application des mathématiques à l'économie sociale.* — Nous venons de lire avec beaucoup d'intérêt un ouvrage <sup>1</sup>, qui a la prétention de faire de l'économie une science exacte, et qui nous paraît effectivement la faire entrer dans une voie scientifique.

Il a été donné ici même (livraison du 1<sup>er</sup> août, comptes rendus du Cercle) une application des théories de M. Dumesnil-Marigny à la discussion de la statistique de l'agriculture et de l'industrie; nous ne répéterons point ce qui a été dit à cette occasion, et ne nous occuperons que des définitions et du mode d'évaluations de la richesse, ce qui seulement rentre dans notre objet.

La plus grande difficulté de l'économie est peut-être de mesurer la richesse d'un Etat. J.-B. Say va même jusqu'à déclarer le problème insoluble et analogue à la quadrature du cercle. M. Dumesnil-Marigny le résout cependant, ou peu s'en faut, grâce à la distinction lumineuse qu'il fait entre la *richesse d'usage* et la *richesse évaluée*. Ces deux richesses sont des quantités de natures tout à fait différentes : la première est un nombre abstrait, qui mesure en quelque sorte le degré d'aisance ; la seconde est un nombre concret, qui s'exprime en unités monétaires.

La richesse d'usage est le rapport de la dépense que peut faire un individu dans une année à la dépense moyenne annuelle des membres de l'Etat ou du groupe que l'on considère. La richesse moyenne d'usage de toute la nation est un nombre qui s'écarte nécessairement très peu de l'unité, car l'accroissement de la population la fait diminuer bien vite quand elle s'est élevée, et inversement. — La richesse évaluée fait connaître la *puissance* relative de la nation, pourvu toutefois que l'on suppose qu'il existe un marché assez étendu pour que des offres ou demandes considérables ne fassent pas varier le prix des choses : elle est égale à la somme du capital et du produit brut de l'année diminuée de la valeur de la consommation pendant cette même année.

Le capital lui-même est directement proportionnel au produit net et inversement proportionnel au taux de l'intérêt. Il faut joindre encore au capital estimé de cette manière les espèces monnayées et l'évaluation en espèces de tous les objets de luxe qui ne sont pas des instruments de travail ; l'auteur démontre qu'aucun autre élément ne doit, en général, intervenir dans son évaluation.

<sup>1</sup> *Les Libres échangistes et les protectionnistes conciliés*, par Dumesnil-Marigny, ancien élève de l'Ecole polytechnique. Un vol., chez Guillaumin.

Il résulte de là que tout ce qui augmente le produit net ou diminue le taux de l'intérêt, le crédit, par exemple, accroît la richesse évaluée. La richesse d'usage et la richesse évaluée peuvent d'ailleurs varier simultanément en sens contraires.

Tout le système est résumé dans les équations de la richesse d'usage et de la richesse évaluée, équations qui ne font qu'exprimer, en d'autres termes, ce que nous venons de dire. Nous nous dispenserons de les reproduire, pour éviter les développements auxquels elles nous entraîneraient. On en déduit facilement la connaissance des limites entre lesquelles doit varier la protection accordée aux industries nationales pour être favorables à l'accroissement de la richesse évaluée de l'Etat; dans tous les cas, la richesse d'usage s'accroît, et avec elle la population, par l'effet du libre échange; mais la richesse évaluée peut s'accroître moins vite que celle des Etats voisins, ce qui équivaut à un appauvrissement.

Dans tout ceci, on ne voit encore guère de mathématiques : quelques formules sans radicaux ni transcendantes, et rien de plus; on peut même s'en passer sans trop de peine; mais l'usage des notions exactes appelle inévitablement le calcul, et les formules se compliqueront à mesure que la science se développera.

Bien que nous acceptions très largement les principes posés par M. Dumesnil-Marigny, nous ne pouvons nous empêcher de remarquer deux imperfections de ses formules. Sa richesse d'usage n'exprime que très grossièrement le degré d'aisance : elle ne le fait dépendre que du chiffre de dépenses annuelles; or, il nous semble qu'à dépenses égales, il y a plus d'aisance chez celui qui dépense le plus pour ses besoins intellectuels. Il y a donc là un élément dont il faudrait tenir compte. D'autre part, sa formule de la richesse évaluée n'est bonne qu'en temps de paix; cette richesse éprouve, pendant les guerres, où la liberté commerciale est entravée, des perturbations qui sont fonctions de la richesse d'usage, et dont il n'a pas essayé de donner les lois, et nous croyons aussi que ces lois pourraient très bien se déduire des principes de notre auteur. Mais nous ne pourrions développer nos idées sur ce point sans entrer dans un ordre d'idées qu'il nous est interdit d'aborder ici.

13 AP 63

N. LANDUR.



## LA PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

Est publiée sous la direction de **M. J.-A. BARRAL**, président du *Cercle de la Presse scientifique*, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture de France, professeur de chimie, ancien élève et répétiteur de l'École polytechnique, membre de la Société philomathique, des Conseils d'administration de la Société chimique et de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale; des Sociétés d'agriculture ou académies d'Alexandrie, Arras, Caen, Clermont, Dijon, Florence, Lille, Lyon, Luxembourg, Meaux, Metz, Munich, New-York, Rouen, Spalato, Stockholm, Toulouse, Turin, Varsovie, Vienne, etc.

AVEC LE CONCOURS DE

**M. ALFRED CAILLAUX**, ancien directeur de mines, membre de la Société géologique de France, *Sous-Directeur*;

**M. AMÉDÉE GUILLEMIN**, ancien professeur de mathématiques, *Secrétaire de la rédaction*,

Et de **MM. BERTILLON, BONNEMÈRE, BREULIER, CAFFE, CÉSAR DALY, E. DALLY, DEGRAND, FONVIELLE, FORTHOMME, FÉLIX FOUCOU, GAUGAIN, GUILLARD, JULES GUYOT, KOMAROFF, LANDUR, LAURENS, V.-A. MALTE-BRUN, MARGOLLÉ, GUSTAVE MAURICE, VICTOR MEUNIER, PIERAGGI, DE ROSTAING, SIMONIN, TONDEUR, VERDEIL, ZURCHER**, etc.

---

La *Presse scientifique des deux mondes* publie périodiquement le compte rendu des séances du *Cercle de la Presse scientifique*, dont le conseil d'administration est ainsi composé : *Président* : M. Barral. — *Vice-Présidents* : MM. le docteur Bonnafont; le docteur Caffé, rédacteur en chef du *Journal des Connaissances médicales*; Caillaux, sous-directeur de la *Presse scientifique*; Christofle, manufacturier; Ad. Feline et Komaroff, colonel du génie russe. — *Trésorier* : M. Breulier, avocat à la Cour impériale. — *Secrétaire* : M. N. Landur, professeur de mathématiques. — *Vice-Secrétaires* : MM. Desnos, ingénieur civil, directeur du journal *l'Invention*, et W. de Fonvielle. — *Membres* : MM. Barthe; Baudouin, manufacturier; Bertillon, docteur en médecine; Paul Borie, manufacturier; Boutin de Beauregard, docteur en médecine; de Celles; Chenot fils, ingénieur civil; Compoint; E. Dally, docteur en médecine; César Daly, directeur de la *Revue générale de l'Architecture et des Travaux publics*; Félix Foucou, ingénieur; Garnier fils, horloger-mécanicien; Laurens, ingénieur civil; Martin de Brettes, capitaine d'artillerie, professeur à l'École d'artillerie de la garde; Mareschal (neveu), constructeur-mécanicien; M<sup>re</sup> de Montaigu; Victor Meunier, rédacteur de l'*Opinion nationale*; Perrot, manufacturier; Pieraggi; Henri Robert, horloger de la Marine; Silbermann (ainé), conservateur des galeries du Conservatoire des arts et métiers.

Le *Cercle de la Presse scientifique* a ses salons de lecture et de conversation, 20, rue Mazarine, aux bureaux de la *Presse scientifique des deux mondes*. — Il tient ses séances publiques hebdomadaires tous les jeudis, 7, rue de la Paix, à 8 heures du soir.

---

*Tout ce qui concerne la PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES doit être adressé franco à M. BARRAL, directeur, rue Notre-Dame-des-Champs, n° 82, ou rue Mazarine, n° 20, à Paris.*

---

Le CERCLE DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE tient ses séances hebdomadaires, *publiques et gratuites*, le jeudi, à huit heures du soir, rue de la Paix, 7, dans la salle des Entretiens et Lectures. Les bureaux et salons de lecture du CERCLE, ainsi que les bureaux d'abonnement de la PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES, sont situés, 20,

# PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

PARAIT

tous les quinze jours, le 1<sup>er</sup> et le 16 de chaque mois

Des gravures sont intercalées dans le texte toutes les fois que cela est nécessaire

## PRIX DE L'ABONNEMENT

### PARIS ET LES DÉPARTEMENTS

Un An..... 25 fr. | Six Mois..... 14 fr

### ÉTRANGER

#### *Franco jusqu'à destination*

	EN AN	SIX MOIS
Belgique, Italie, Suisse .....	29 fr.	16 fr
Angleterre, Autriche, Bade, Bavière, Égypte, Espagne, Grèce, Hesse, Pays-Bas, Prusse, Saxe, Turquie, Wurtemberg.....	33	18
Colonies anglaises et françaises, Cuba (voie d'Angleterre), Iles Ioniennes, Moldo-Valachie.....	37	20
États-Romains.....	43	23

#### *Franco jusqu'à la frontière de France*

Danemark, Villes libres et Duchés allemands..... 25 14

#### *Franco jusqu'à leur frontière*

Portugal.....	29	16
Pologne, Russie, Suède.....	33	18
Brésil, Buénos - Ayres, Canada, Californie, États - Unis, Mexique, Montévidéo (voie d'Angleterre).....	37	20
Bolivie, Chili, Nouvelle - Grenade, Pérou, Java, Iles Philippines (voie d'Angleterre).....	43	23

Le prix de chaque Livraison, vendue séparément, est de 1 fr. 25 c.

### ON S'ABONNE :

- A Paris.....** aux bureaux de la PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES, 20, rue Mazarine;  
— à l'imprimerie de Dubuisson et Ce, 5, rue Coq-Héron.
- Dans tous les Départements :** chez tous les Libraires.
- A Saint-Petersbourg.** S. Dufour; — Jacques Issakoff.
- A Londres.....** Baillière, 219, Regent street; — Barthès et Lowell, 14, Great Marlborough street.
- A Bruxelles.....** Emile Tarlier, 5, rue Montagne-de-l'Oratoire; — A. Deck.
- A Leipzig.....** T.-O. Weigel; — Königs-Strasse.
- A New-York.....** Baillière; — Wiley.
- A Vienne.....** Gerold; — Sintenis.
- A Berlin.....** bureau des postes.
- A Turin.....** Bocca; — Gianini; — Marietti.
- A Milan.....** Dumolard.
- A Madrid.....** Bailly-Baillière.
- A Constantinople....** Wick; — bureau des postes.
- A Calcutta.....** Smith, Eldez et Ce.
- A Rio-Janeiro.....** Garnier; — Avrial; — Belin.